

at. 24 3 48611. 5675
Smiths 29

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

SÉRIE X. — TOME III

N° 1

1911

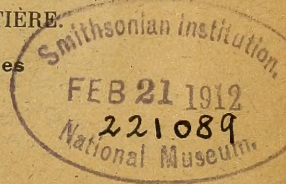
PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1911

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles



COMPOSITION DU BUREAU POUR 1911

Président : M. C. MATIGNON, 17, B⁴ Carnot, Bourg-la-Reine.

Vice-Président : M. HUA, 254, boulevard Saint-Germain.

Trésorier : M. RABAUD, 3, rue Vauquelin.

Secrétaire des séances : M. WINTER, 44, rue Saint-Placide.

Vice-Secrétaire des séances : M. LEBON, 4 bis, rue des Écoles.

Secrétaire du Bulletin : M. COUTIÈRE, 118, avenue d'Orléans.

Vice-Secrétaire du Bulletin : M. NEUVILLE, 55, rue de Buffon.

Archiviste : M. HENNEGUY, 9, rue Thénard.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2^e et 4^e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le *Bulletin*.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. VÉZINAUD, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, V^e.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE
DE PARIS

FONDÉE EN 1788

DIXIÈME SÉRIE. — TOME III

1911

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

—
1911

221089

Membres du Conseil

pour les années 1909, 1910 et 1911

MM.

ANDRÉ, 70 *bis*, rue Bonaparte.

D. BERTHELOT, 21, rue de Tournon.

DONGIER, 87 *bis*, Grande-Rue, Bourg-la-Reine.

GRÉVY, 62, rue Saint-Placide.

HENNEGUY, 9, rue Thénard.

LAISANT, 162, avenue Victor-Hugo.

LÉVY (Lucien), 12, rue du Regard.

VAILLANT, 36, rue Geoff.-St.-Hilaire.

Membres du Bureau

pour 1909

Président : M. HUA, 234, boulevard Saint-Germain.

Vice-Président : M. SERVANT, 8, rue des Saints-Pères.

Trésorier : M. RABAUD, 3, rue Vauquelin.

Secrétaire des Séances : M. LEBON, 4 *bis*, rue des Écoles.Vice-Secrétaire des Séances : M. FAURÉ-FRÉMIET, 134, B^d Malesherbes.

Secrétaire du Bulletin : M. COUTIÈRE, 118, avenue d'Orléans.

Vice-Secrétaire du Bulletin : M. NEUVILLE, 53, rue de Buffon.

Archiviste : M. HENNEGUY, 9, rue Thénard.

ABRÉVIATIONS

A. M.	Assistant au Muséum.
E. E. P.	Examineur à l'Ecole Polytechnique.
I. P. C.	Ingénieur des Ponts et Chaussées.
I. G. M.	Inspecteur général des Mines.
I. G. A.	— — de l'Agriculture.
M. A. M.	Membre de l'Académie de Médecine.
M. I.	— de l'Institut.
M. C.	Maître de conférences.
P. C. F.	Professeur au Collège de France.
P. A. M.	— au Conservatoire des Arts et Métiers.
P. E. N.	— à l'Ecole normale supérieure.
P. E. M.	— — des Mines.
P. E. P.	— — Polytechnique.
P. P. C.	— — des Ponts et Chaussées.
P. E. Ph.	— — Supérieure de Pharmacie.
P. F. M.	— à la Faculté de Médecine.
P. F. S.	— — des Sciences.
P. M.	— au Muséum.
P. H.	Professeur honoraire.

ÉTUDE ET AMITIÉ

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Fondée en 1788

État de la Société en Mars 1911

PREMIÈRE SECTION.— SCIENCES MATHÉMATIQUES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

- 1859 (12 fév.). LÉVY (Maurice), M. I., P. C. F., 15, avenue du Trocadéro.
- 1860 (2 juin). HATON DE LA GOUPILLIÈRE (J.-Napoléon), M. I., 56, rue de Vaugirard.
- 1861 (13 avril). TISSOT (Nic.-Aug.), E. E. P., à Voreppe (Isère).
- 1863 (28 mars). ROUCHÉ (Eugène), M. I., 213, boulevard Saint-Germain.
- 1871 (23 déc.). COLLIGNON (Édouard), 6, rue de Seine.
- *id.* DARBOUX (Gaston), M. I. (Secrétaire perpétuel), Doyen Hon. F. S., 36, rue Gay-Lussac.
- 1872 (27 janv.). JORDAN (Camille), M. I., P. E. P., P. C. F., 48, rue de Varennes.
- 1875 (26 juin). FOURET (Georges), E. E. P., 4, avenue Carnot.
- 1876 (23 déc.). PICQUET (Henri), E. E. P., 4, rue Monsieur-le-Prince.
- *id.* ANDRÉ (Désiré), P. H., 70 *bis*, rue Bonaparte
- 1878 (26 janv.). LEAUTÉ, M. I., 20, boulevard de Courcelles.
- (9 fév.). LAISANT, E. E. P., 5, rue du Conseil, à Asnières (Seine).

MEMBRES TITULAIRES

MM.

- 1881 (11 fév.). C. DE POLIGNAC, Radmannsdorf, Carniole (Autriche).
 — *id.* HUMBERT (Georges), M. I., 6, rue d'Aubigny.
 — (12 nov.). CHEMIN, P. P. C., 33, avenue Montaigne.
 1884 (3 nov.). LÉVY (Lucien), E. E. P., 12, rue du Regard.
 1887 (17 déc.). KÆNIGS, P. F. S., 101, boulevard Arago.
 1892 (26 janv.). BIOCHE, Prof. Louis-le-G., 56, rue N.-D.-des-Champs.
 1900 (10 mars). LEAU, Prof. Stanislas, 83, rue Denfert-Rochereau.
 — (22 déc.). LE ROY, Prof. Stanislas, 117, boulevard Raspail.
 1902 (27 juin). DESCHAMPS, 195, rue de Tolbiac.
 1902 (13 déc.). GRÉVY, Prof. Saint-Louis, 71, rue Claude-Bernard.
 1903 (14 janv.). MAILLET, I. P. C., 11, rue de Fontenay, à Bourg-la-Reine (Seine).
 1905 (27 mai). SERVANT, Chef des tr. F. S., 8, rue des Saints-Pères.
 1906 (24 fév.). LEBON (Ernest), P. H., 4 *bis*, rue des Écoles.
 1906 (12 mai). TARRY (Gaston), 182, boulevard de Strasbourg, Le Havre.
 — (8 déc.). FATOU, astronome adjoint à l'Observatoire, 172, boulevard Montparnasse.
 — (22 déc.). HENRI (Victor), M. C. (Hautes Études), 82, rue Claude-Bernard.
 1907 (11 mai). CHAPELON (J.-J.), Ing. au Corps des M., 21, rue Bréa.
 1908 (9 mai). ROUSIER, 206, boulevard Raspail.
 1909 (26 juin). LÉAUTÉ (André), 60, boulevard Saint-Michel.
 1909 (15 mars). LÉAUTÉ (A.), Ing. au Corps des M., École des Mines.

MEMBRES CORRESPONDANTS

MM.

- 1903 (28 mars). Lieutenant-Colonel du Génie BROCARD, 75, rue des Ducs, Bar-le-Duc.
 1903 (11 fév.). BERDON (Louis), 39, Cadogan Street, Londres S. W.
 1906 (25 juin). GUCCIA, Palerme.
 1907 (9 fév.). DESMOULIN, P. F. S., 10, rue Joseph-Plateau, Gand.
 1908 (12 déc.). A. GÉRARDIN, 32, quai Claude-le-Lorrain, Nancy.

DEUXIÈME SECTION. — SCIENCES PHYSIQUES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

- 1862 (10 juill.). TROOST (Louis), M. I., P. H. F. S., 84, rue Bonaparte.
 1863 (18 juill.). GRANDEAU (Louis), I. G. A., 4, avenue de La Bourdonnais.
 1864 (31 janv.). WOLF (Charles), M. I., P. H. F. S., 36, avenue de l'Observatoire.
 1873 (12 avril). FRON, Météorologiste tit., 19, rue de Sèvres.
 1874 (23 mai). BRANLY, M. I. Prof. Inst. Cath., 21, av. de Tourville.
 1875 (10 avril). CAILLETET, M. I., 75, boulevard Saint-Michel.
 1876 (27 mai). BOUTY, M. I., P. F. S., 5, Faubourg Saint-Jacques.
 1877 (24 fév.). LIPPMANN (Gabriel), M. I., P. F. S., 10, rue de l'Éperon.
 1882 (11 fév.). COCHIN, député, 53, rue de Babylone.
 1884 (9 avril). BOURGEOIS (Léon), A. M., 1, boulevard Henri-IV.
 1886 (17 avril). BORDET (Lucien), 181, boulevard Saint-Germain.
 1887 (9 juillet). VALLOT (Joseph), Directeur de l'Obs. du Mont-Blanc, 37, rue Cotta, à Nice.
 1901 (26 janv.). VINCENT, Prof. Saint-Louis, 207, rue de Vaugirard.

MEMBRES TITULAIRES

MM.

- 1901 (14 déc.). BENOIST, Prof. Henri-IV, 26, rue des Écoles.
 — (28 déc.). DONGIER, Météor. tit. Obs. de Paris, 99, Grande-Rue, à Bourg-la-Reine (Seine).
 — (13 déc.). MATIGNON, P. C. F., 17, boul. Carnot, Bourg-la-Reine.
 1903 (28 fév.). WINTER, 44, rue Saint-Placide.
 — (14 mars). BERTHELOT (Daniel), P. E. Ph., 21, rue de Tournon.
 — *id.* DESGREZ, P. A. F. M., 78, boulevard Saint-Germain.
 — (12 déc.). DARZENS, Répét. E. P., 22, avenue Ledru-Rollin.
 1904 (23 janv.). CHAUVEAU, Météor. adj. Obs. de Paris, 51, rue de Lille.

- 1904 (29 mai). MOUREU, M. A. M., P. E. Ph., 15, rue Soufflot.
 — *id.* MAHLER, Ingénieur civil des Mines, 2, rue Decamps.
 — (9 juillet). MARAGE, 14, rue Duphot.
 1905 (14 janv.). HALLION, chef de Lab. C. F., 54, faub. Saint-Honoré.
 — (11 mars). VALEUR, P. A. E. Ph., 73, boulevard Montparnasse.
 — (1^{er} avril). GOUTAL, P. suppl. E. M., 60, boulevard Saint-Michel.
 — (13 mai). MOUNEYRAT, 20, rue Godot-de-Mauroi.
 1906 (13 janv.). MAYER, M. C. (Hautes-Études), 33, rue du Faubourg-Poissonnière.
 — (24 fév.). JOANNIS, P. F. S., 7, rue des Imbergères, Sceaux.
 1907 (14 déc.). BECQUEREL (Jean), I. P. C., P. M., 15, boulevard Saint-Germain.

MEMBRES CORRESPONDANTS

MM.

- 1905 (13 mai). MATHIAS, P. F. S., 44, allées Lafayette, à Toulouse.
 — (22 juil.). MONPILLARD, 22, boulevard Saint-Marcel.

TROISIÈME SECTION. — SCIENCES NATURELLES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

- 1856 (20 déc.). PRILLIEUX (Ed.), M. I., sénateur, 14, rue Cambacérès.
 1862 (7 mai). BUREAU (Ed.), P. H. M., M. A. M., 24, quai de Béthune.
 1863 (31 janv.). VAILLANT (L.-L.), P. H. M., 36, rue Geof.-Saint-Hilaire.
 1871 (9 déc.). DE SEYNES (Jules), P. A. F. M., 15, rue Chanaleilles.
 — (23 déc.). GRANDIDIER (A.), M. I., 71 *bis*, rue du Ranelagh.
 — (26 déc.). VAN TIEGHEM (Philippe), M. I., P. M., 22, rue Vauquelin.
 1871 (26 déc.). CHATIN (J.), M. I., M. A. M., P. F. S., 174, boulevard Saint-Germain.
 1879 (10 mai). HENNEGUY (Louis-Félix), M. I., M. A. M., P. C. F., 9, rue Thénard.
 1883 (26 mai). MOCQUARD, A. M. hon., 55, rue du Mont-Valérien, à Suresnes (Seine).
 1886 (13 fév.). BOUVIER (E. L.), M. I., P. M., 7, boulevard Arago.

- 1888 (11 fév.). MOROT, A. M., 9, rue du Regard.
 1890 (21 fév.). ROCHÉ, 4, rue Dante.
 1893 (11 mars). HUA, Direct. adj. de Lab. (H^{tes} Etudes), 254, boulevard Saint-Germain.
 — (10 juin). JOUSSEAUME, 29, rue Gergovie.
 1893 (27 oct.). DE GUERNE, 6, rue de Tournon.
 1894 (17 mars). ROLAND BONAPARTE, M. I., 10, avenue d'Iéna.
 1899 (14 janv.). LECAILLON, P. F. S. Toulouse.
 1899 (25 mars). NEUVILLE, Prép. Mus., 53, rue de Buffon.
 1901 (12 janv.). PELLEGRIN, A. M., 1, rue Vauquelin.

MEMBRES TITULAIRES

MM.

- 1899 (). MENEGAUX, A. M., 53, rue de Buffon (réintégré le 23 avril 1904).
 — (18 mai). GUIEYSSE, Chef de Lab. F. M., 63, boulevard Saint-Michel.
 1901 (12 janv.). CHAUVÉAU, Direct. adj. de Lab. (Hautes-Etudes), 16, avenue d'Orléans.
 — (8 fév.). RABAUD, M. C. F. S., 3, rue Vauquelin.
 — (27 juin). LESAGE, Méd. des Hôp., 226, boulevard Saint-Germain.
 — (22 nov.). ANTHONY, Prép. Muséum, 12, rue Chevert.
 1903 (28 fév.). COUTIÈRE, P. E. Ph., 118, Avenue d'Orléans.
 — (11 avril). LANGERON, Prép. F. M., 78, rue de l'Abbé-Groult.
 — (27 juin). NOÉ, Prép. F. M., 51, boulevard Montparnasse.
 1904 (9 janv.). GRANDIDIER (G.), 2, rue Gœthe.
 — (23 janv.). DE BOISSIEU, 80, avenue d'Iéna.
 — *id.* JOUBIN, P. M., 21, rue de l'Odéon.
 — (26 mars). GRAVIER, A. M., 53, rue de Buffon.
 — (29 mai). MICHEL (Auguste), Prof. Michelet, 7, rue Nicole.
 — (9 juil.). LAUNOY (L.), Prép. Inst. Pasteur.
 1905 (28 janv.). CAYEUX, P. E. M., P. I. A., 6, place Denfert-Rochereau.
 — (8 juil.). LEMOINE (Paul), Chef des trav. Muséum, 96, boulevard Saint-Germain.
 1909 (13 mars). LEGENDRE (R.), Prép. Mus., 24, rue Boissonnade.
 — (26 juin). RIVET, A. M., 61, rue de Buffon.
 1911 (11 mars). FAURÉ-FRÉMIET, 154, boulevard Malesherbes.

MEMBRES CORRESPONDANTS

MM.

- 1903 (27 juin). L. PETIT, 241, rue de l'Église-Saint-Seurin, à Bordeaux.
- (28 nov.). DEVEZ, Cayenne.
- 1904 (23 avril). BULL, Prép. à l'Institut MAREY, 1, avenue Malakoff.
- *id.* TUR, Ass. à l'Univ. de Varsovie.
- *id.* MALARD, Chef de travaux Lab. de Zool. marit., St-Vaast-la-Hougue (Manche).
- (29 mai). MARCEAU, P. E. M., Besançon, à l'École de Médecine.
- 1905 (26 nov.). MAIGNON, Chef des trav. de Physiol., E. Vét. de Lyon.
- (11 mars). NEVEU-LEMAIRE, P. A. F. M., Lyon, à l'École de Médecine.
- (15 avril). DIGUET (L.), 46, rue Lacuée.
- 1906 (24 févr.). OSMAN GALEB BEY, le Caire (Égypte).
- 1908 (25 avril). J. JARRICOT, chef de lab. F. M., 9, cours Gambetta, Lyon.
- 1909 (26 juin). SEMICHON, prép. Museum, 27, rue Cassette.
- — TERROINE, 4, rue des Fossés-Saint-Marcel.
-

LA PROTECTION DES OISEAUX ET L'INDUSTRIE PLUMASSIÈRE

Par A. MENEGAUX

I. — DISPARITION RÉCENTE DE DIVERSES ESPÈCES

La question de la conservation des beautés naturelles, dont les oiseaux font partie, est, dans tous les pays, une question de la plus haute importance. Depuis quelques années, elle préoccupe vivement les artistes et les savants. M'inspirant des intérêts de l'Ornithologie, j'ai été amené à rechercher, sans parti pris, en spectateur intéressé et plutôt prévenu, la part de vérité et d'erreur qui peut se trouver dans les attaques passionnées dont sont l'objet tous ceux qui utilisent les plumes de parure. Il est temps, en se basant sur des faits précis, de mettre au point cette grosse question et de chercher à résoudre les difficultés qu'elle soulève.

L'étude que j'en ai faite m'a pleinement convaincu qu'il est encore très possible de sauvegarder la faune ornithologique du globe par l'extension de l'élevage de certaines espèces, par la domestication de certaines autres, dont les dépouilles sont appréciées dans le commerce, enfin par l'établissement de réserves et d'une législation internationale de protection qui n'aurait pas comme but exclusif les intérêts de l'agriculture, mais, qui saurait s'inspirer aussi bien de ceux de l'industrie que de ceux de la science.

Quel que soit le point de vue sous lequel on envisage la question du commerce des plumès, on en constate toujours la complexité, et les mesures préconisées pour la protection des oiseaux lèseront toujours divers intérêts, soit ceux de la collectivité si on laisse anéantir les espèces par une chasse à outrance, soit ceux des particuliers si l'on veut prohiber ce commerce en interdisant une exploitation rationnelle et méthodique des richesses que la nature met à la disposition de l'homme.

Il est certain qu'il y a eu des fautes commises et de la part de la Société et de la part des particuliers. La Société n'a su ni prévoir, ni inventorier les richesses disponibles, et elle a laissé se produire une poursuite intensive, là où il eut fallu procéder avec les plus grands

ménagements. Mais, dans presque tous les cas, ce n'est pas la fabrication des plumes qui doit être seule rendue responsable, comme on voudrait le faire actuellement, quand on veut présenter l'interdiction du commerce des plumes des oiseaux sauvages comme une panacée universelle. C'est bien plutôt la chasse qu'il faut incriminer, qu'elle soit faite soit au point de vue de la gloriole, soit dans le but utilitaire de se procurer une chair savoureuse, et des deux présents, plumage brillant et chair savoureuse, que la nature a faits à certains oiseaux, c'est assurément le second qui était le plus dangereux.

Il semblerait parfois que l'homme s'est donné pour but l'anéantissement de toutes les créatures emplumées, tant il déploie d'ingéniosité à perfectionner les procédés qu'il emploie pour la chasse. Mais ce n'est pas seulement par ses attaques directes que l'homme exerce une action préjudiciable sur une foule d'espèces ornithologiques, il compromet encore leur existence d'une façon indirecte par la suppression de leurs retraites naturelles, par la destruction irréfléchie des arbres, par l'extension des cultures qui amènent le défrichement des landes et des bruyères, l'assèchement des marais, l'arrachage des haies et la dénudation des champs, par des constructions qui les gênent dans leur vie ou leurs migrations : établissement de lignes télégraphiques et de phares. Ceux-ci attirent et éblouissent les oiseaux qui, par milliers, viennent se briser la tête contre les glaces de la lanterne et les murs de la tour. Ainsi à Helgoland, le 6 novembre 1868 (voir *Ibis*, 1875, p. 172), on captura trois mille quatre cents alouettes autour de la lanterne et onze mille six cents sur la plateforme au pied de la tour, et on avait entendu des cris d'appel d'une foule de bécasses, de pluviers et d'autres petits échassiers. Au phare de Gatteville, près Barfleur, dans la nuit du 13 au 14 novembre 1910, environ deux cents pièces de gibier sont venues s'abattre sur les vitres du phare et parmi lesquelles cent cinquante bécasses ont été trouvées mortes au pied de la tour ¹. Ce cas n'est pas isolé, il se renouvelle plusieurs fois, à tous les passages, pour tous les phares.

Dans les forêts tropicales, les récolteurs de caoutchouc en détruisent des quantités. Le peuplement intensif de certaines régions autrefois désertes les éloigne. L'enlèvement en grand des œufs de Flamants, dans la Camargue, de Pluviers en Angleterre, même de Manchots par les baleiniers et les expéditions scientifiques, est aussi une cause importante de leur diminution.

(¹) Voir *Saint-Hubert Club illustré* du 1^{er} Mars 1911, p. 58.

On peut encore au même titre blâmer les collections faites par simple curiosité, dont les propriétaires ne tirent aucun profit au point de vue scientifique.

Ce n'est assurément pas la plumasserie, puisque sauf pour la plume d'autruche, elle ne date que des environs de 1870, qui a provoqué la disparition du nord de l'Amérique du Pigeon migrateur [*Ectopistes migratorius* (L.)] dont les rookeries (en 1808), comprenant deux à trois milliards d'individus, couvraient des surfaces de trois cent cinquante milliards de mètres carrés dans lesquelles chaque arbre pouvait porter jusqu'à 90 nids.

A Pétosky (Michigan), en 1873, on en tua environ un milliard ; de plus, les jeunes servirent de pâture aux porcs. Et pourtant, en 1903, on ne connaissait plus que sept spécimens en captivité de cette belle espèce et le prix de 1.500 dollars offert à celui qui en découvrirait un nid ne put être gagné. A la fin de 1910, il n'en restait plus qu'un spécimen vivant au jardin zoologique de Cincinnati. C'est une vieille femelle âgée de dix-huit ans dont le mâle, âgé de vingt-six ans, était mort quelque temps auparavant. Le même sort attend la **Tourterelle de la Caroline** [*Zenaidura macrura* (L.)], le *Canard sauvage de l'Ouest des Etats-Unis*, le *Merle migrateur*.

Le **Canard du Labrador** [*Camptolæmus labradorius* (Gm.)], au commencement du siècle dernier, se trouvait par légions sur le fleuve Hudson. La chasse qu'on lui a faite pour sa chair a amené l'extinction si rapide de cette belle espèce qu'on n'en possède que 34 spécimens dans les Musées.

Le **Canard de la Caroline** [*Aix sponsa* (L.)] est en diminution constante, malgré une quasi-domestication.

M. Grillet rapporte que jadis, à son arrivée au Mexique, en 1867, il y avait sur certaines rivières tellement de Canards qu'on pouvait les prendre à la main en se promenant en barque.

Le **grand Pingouin** [*Alca impennis* (L.)] qui habitait par légions les côtes de l'Atlantique nord, déjà rare au commencement du siècle dernier, n'est plus qu'un souvenir du passé. Le dernier représentant de l'espèce fut tué à Saint-Augustin, au Labrador, en 1870, tandis qu'en Europe, il avait disparu en dernier lieu des côtes d'Islande, en 1844. On n'en connaît que soixante et onze spécimens dans les musées du monde entier dont six dans l'Amérique septentrionale et neuf squelettes. N'y a-t-il pas une certaine similitude de destinée entre celle de ces animaux et celle des Bisons et des Castors d'Amérique et d'Europe.

Les **Manchots du Sud**, abondants il y a cent ans dans le Sud de

l'Amérique, ont reculé devant l'homme qui les poursuit encore dans leurs solitudes glacées, tout en consommant leurs œufs par milliers. Dans les îles Antipodes, Macquarie, Auckland, des établissements fixes font des centaines de tonnes d'huile par an avec leur graisse, ce qui correspond à des millions d'individus détruits chaque année, sans qu'on pense à en utiliser les peaux.

Le **Perroquet mascalrin** s'est éteint à la Réunion à la fin du XVIII^e siècle. La **Huppe de la Réunion** [*Fregilupus varius* (L.)], dont les spécimens sont si rares, y vivait encore vers le milieu du XIX^e siècle (1858). Dans le groupe des Pigeons, on peut citer de nombreuses espèces disparues récemment, entre autres : la **Colombe hérissée** [*Alectroena nitidissima* (Scop.)] à l'île Maurice (1826) ; le **Solitaire** de l'île Rodigue [*Pezophaps solitarius* (Gm.)], de la grosseur d'un Cygne, qui existait encore à la fin du XVIII^e siècle ; le **Dronte** ou **Dodo** de l'île Maurice [*Didus ineptus* (L.)], qui a été exterminé par les navigateurs vers 1681 ; le **Dodo blanc** [*Didus borbonicus* (Bp.)], qui a disparu encore plus récemment (fin du XVIII^e siècle) de la Réunion ; etc.

Depuis moins de trois siècles, 18 espèces ont été enlevées à la faune de l'île Maurice (Oustalet).

Les **grands Moas** ou **Dinornis**, atteignant 4 mètres de hauteur, si nombreux dans le sud de la Nouvelle-Zélande, ont disparu vers 1700 par suite de la chasse que leur faisaient les indigènes. Il est prouvé, de plus, que ce n'est qu'après cette disparition, quand cette chair leur manqua, que les Maoris devinrent anthropophages.

L'Honorable W. Rothschild, dont le témoignage ne peut être suspect, après une étude approfondie de la question, nous apprend que depuis moins de cinq cents ans, cent quarante espèces au moins ont disparu de la surface du globe : soixante-trois ne sont connues que par des ossements, des plumes ou des œufs, et soixante-dix-sept sont connues par des dessins et des spécimens en peaux.

En outre quarante-sept autres espèces sont presque éteintes, tandis que cinquante et une espèces sont menacées d'extinction dans un délai plus ou moins rapproché.

De ces malheureuses espèces, les unes ont été exterminées directement par l'homme, soit par imprévoyance, soit pour se procurer leur chair ou leurs œufs ; d'autres l'ont été indirectement, par suite de l'introduction dans leur patrie de leurs ennemis, qui ont achevé ce que l'homme avait commencé. Enfin, pour d'autres, la disparition est due à des causes naturelles. Les conditions d'existence se sont modifiées au cours des temps : ou bien la nourriture ou les retraites

préférées ont fait défaut, ou bien la matière vivante affaiblie a perdu en partie ses propriétés évolutives et reproductrices, en sorte que le nombre des naissances n'a pu remplacer le nombre des décès naturels, sans qu'il y ait eu d'intervention étrangère.

Et d'après l'Honorable W. Rotschild le nombre de ceux qui ont disparu ainsi est aussi grand que celui de ceux qui disparaissent du fait de l'homme seul.

Le **Conure de Caroline** [*Comurus carolinensis* (Briss.)] et le **Condor de Californie** [*Pseudogryphus californianus* (Shaw et Nodd.)] ont à peu près disparu sans causes apparentes bien précises.

La récente éruption de la Montagne Pelée à la Martinique et celle de la Soufrière à l'île Saint-Vincent ont fait disparaître plusieurs espèces : deux **Merles**, un [*Myiadestes sibilans* (Lawr.)] à la Martinique et un [*Myiadestes genibarbis* (Sw.)] à Saint-Vincent ; deux **Moqueurs** [*Cinclocerthia gutturalis* (Lafr.) et *Rhampocinclus brachyurus* (Vieill.)] à la Martinique ainsi que le magnifique **Perroquet de Saint-Vincent** [*Chrysotis guildingi* (Vig.)] dont le Muséum ne possède qu'un seul spécimen.

L'introduction des Opossums carnivores à la Martinique a provoqué la disparition d'un Pétrel [*Aestrelata hæsitata* (Kuhl)] ; celle des belettes, des putois, des chats, pour combattre les lapins, à la Nouvelle-Zélande, est la cause de la disparition de presque tous les oiseaux indigènes. Le Rat noir dans les diverses îles de la Polynésie, a été néfaste à beaucoup d'espèces, de même que le Martin triste [*Acridotheres tristis* (L.)], à Kauaï, l'une des îles Sandwich.

Les oiseaux savaient par hérédité se défendre contre les ennemis indigènes, mais ils n'ont pas su le faire contre de nouveaux.

Lorsque les causes signalées ont pu agir simultanément, la destruction a été d'autant plus rapide.

De ce court exposé il ressort donc que, depuis des siècles, des vides nombreux se sont produits dans la population ornithologique du globe ; que, pour des causes multiples, mais surtout par suite de l'influence de l'homme, des espèces d'oiseaux ont été anéanties et que d'autres sont en voie d'extinction plus ou moins rapide.

II. — IMPORTANCE DES OISEAUX DE BASSE-COUR EN PLUMASSERIE

Si l'on pouvait autrefois évaluer à un chiffre élevé le nombre de petits oiseaux importés annuellement en France et utilisés pour la parure, ce nombre n'est plus l'expression de la vérité, étant données

les lois protectrices et même prohibitives établies par divers Etats et qui ont forcé les plumassiers à orienter leurs efforts vers l'utilisation des plumages d'animaux domestiques, en sorte que les oiseaux exotiques ou sauvages n'interviennent que pour une part infime, à peine 2 p. 100, dans le total des plumes utilisées pour la mode, et j'ajouterai qu'en Europe les oiseaux sauvages utiles à l'agriculture étant protégés, aucune de leurs plumes ne se trouvent dans le commerce. Ce n'est donc pas la plumasserie qui peut être rendue responsable de leur diminution.

Ce sont les oiseaux de basse-cour, Oie, Coq, Dinde, Pintade qui, outre le duvet pour la literie, les plumes pour les jouets, les éventails, l'écriture et les cure-dents, sont mis à contribution pour remplacer presque en totalité les plumes des oiseaux sauvages dont le prix trop élevé et l'approvisionnement limité s'opposent à la vente au grand public et ne peuvent fournir que des modèles. C'est ainsi qu'on imite le marabout, les panaches des divers paradisiers, les vraies aigrettes, les aigrettes de Gouras; on fabrique même des ailes, des oiseaux entiers à bon marché. L'agriculture française et étrangère y a trouvé la vente de sous-produits inutilisés jadis, et elle en retire au bas mot plusieurs dizaines de millions de francs.

Ainsi le grand marabout de Dinde, qui autrefois valait à peine 3 francs le kilogramme vaut actuellement plus de 30 francs. Certains éleveurs de Paons blancs ont obtenu jusqu'à 100 francs de rendement par animal et par an. Les faucilles et les lancettes du coq sont très employées.

Ce sont les progrès de la chimie moderne, pour le blanchiment et la teinture, qui ont donné aux plumages des oiseaux domestiques cette grande valeur en permettant leur utilisation pour la parure, en sorte que les marchands de volailles sont ainsi devenus de grands fournisseurs de plumes. J'ajouterai que l'Austruche domestique rapporte à l'Afrique australe plus de cinquante millions de francs par an, et qu'elle est en train de prendre une place importante dans l'agriculture de la Californie et de l'Arizona et dans celle de l'Australie. Le Nandou, domestiqué ou sauvage, est une précieuse source de revenus pour les propriétaires d'estancias dans la République Argentine et dans l'Uruguay. Dans ces pays, il y a environ cent mille Nandous domestiqués, chacun d'eux fournissant à peu près 500 grammes de plumes par an.

Malgré cela, des personnes bien intentionnées sans doute, qui n'ont pas vu toute la complexité du problème, réclament l'interdiction dans le monde entier de l'emploi des plumes d'oiseaux sauvages.

C'est une solution trop radicale et trop simpliste d'une difficulté, car la suppression de ce commerce n'empêcherait pas les destructions signalées. Pour surveiller d'une manière pratique l'application de telles lois, il faudrait des ornithologistes à demeure à la douane et dans tous les ports. Tout cela n'est guère possible. N'oublions pas non plus que les sous-produits de l'agriculture ne trouveraient que difficilement une autre utilisation.

Il faudrait évidemment des exceptions en faveur des musées, afin qu'ils puissent obtenir quelques spécimens rares.

On soutient parfois aussi qu'une grande partie des plumes provient de chasses clandestines. Qu'y peut le commerce honnête? Ce sont faits de braconnage dont il ne saurait être responsable.

La répression appartient aux pays d'origine, qui doivent s'efforcer de ménager leurs ressources naturelles et d'assurer l'obéissance aux lois qu'ils ont promulguées; c'est surtout sur les indigènes qu'il faut agir, car ils tuent le plus souvent pour leur propre parure.

III. — REPROCHES FAITS A L'INDUSTRIE DES PLUMES

Si l'on examine de près les divers reproches que l'on fait à la fabrication des plumes, qui, sauf pour la plume d'Autruche, ne s'est développée sérieusement qu'il y a quarante ans, ils paraissent plus spécieux que sérieux. Ils sont au nombre de sept principaux, dont voici l'énumération :

1° Le plus grave, c'est celui d'utiliser des plumes d'Aigrettes et de favoriser ainsi la chasse de ces animaux pendant la période d'élevage des poussins, ce qui aurait amené leur quasi-disparition en Chine, et une notable diminution de leur nombre dans les Everglades de la Floride.

En ce qui concerne la Chine, les plumassiers ont peut-être une certaine part de responsabilité. Mais il ne faut pas oublier que ce pays a une population très dense et que bien avant que ce commerce des plumes existât, les Chinois tuaient les Aigrettes soit probablement pour consommer leur chair, soit plutôt pour fabriquer des éventails avec les ailes, et ils laissaient de côté les plumes dites aigrettes et crosses ou en confectionnaient d'élégants plumoux. M. Gobert, colon, rapporte qu'il y a une vingtaine d'années il a acheté au Tonkin pour 2 sous un petit plumeau fait de crosses. Quand les Chinois ont appris la valeur que les Européens attribuaient à ces

élégantes plumes, ils les leur ont vendues. Les Aigrettes ont donc, en Chine, été décimées surtout pour l'industrie locale.

Un fait analogue se produit actuellement pour les peaux d'Aigle. Les plumassiers ne peuvent les obtenir que si le prix qu'ils en offrent est bien supérieur à celui de l'industrie locale des éventails.

N'oublions pas que la quantité de plumes tirée de la Floride n'a jamais été bien grande comparée à celle qui vient du Vénézuéla et les diminutions constatées ne seraient-elles pas plutôt imputables au peuplement plus intensif et au développement de l'agriculture qu'à l'industrie des plumes.

Il est probable qu'il y a eu jadis, au début, des excès ou des chasses inutiles et que l'opinion publique a eu raison de s'émouvoir. Mais depuis des années la façon de faire pour se procurer des plumes d'Aigrettes a changé complètement, et comme consécration de cet état d'esprit, on peut constater le vote de lois ou la promulgation d'arrêtés interdisant la chasse des Aigrettes au Vénézuéla, aux Etats-Unis, en Australie et dans l'Afrique occidentale française. On oublie aussi de faire remarquer que la superficie du Vénézuéla est à peu près deux fois celle de la France pour une population de deux millions et demi d'habitants. Et dans les vastes lagunes que forment l'Orénoque et ses affluents au moment des crues, il y a de nombreuses garceros où les Aigrettes vivent par millions.

En m'appuyant sur des documents que m'avait fournis M. Geay, voyageur scientifique du Muséum, je disais, dans *la Nature* du 20 mars 1909 : « Il n'est pas besoin de faire des hécatombes d'Aigrettes pour avoir leurs plumes ornementales. En effet, M. Geay, qui a vécu et voyagé de longues années au Vénézuéla, au Darien, à la Guyane française, a vu qu'au moment de la mue, chaque année, *on voit les élégantes plumes disséminées çà et là en grand nombre sur les buissons et au pied des arbres qui avoisinent les lagunes et les petits cours d'eau. Des indigènes recueillent par kilogrammes ces plumes qui sans cela seraient perdues* et les livrent au commerce, par conséquent sans porter préjudice aux deux espèces. Quand elles sont ramassées à temps, elles sont aussi belles que celles provenant de l'animal tué. Dans aucun cas, on ne les arrache à l'animal vivant. »

La *Revue Française d'Ornithologie* (nov. 1910) a publié une lettre de M. Léon Laglaize, qui confirme absolument ces renseignements.

M. Laglaize a voyagé pendant deux ans dans les bassins de l'Orénoque et de l'Apure, et il a vu que les propriétaires de garceros défendent de ramasser les plumes sous les arbres où nichent les Hérons, ou bien ils louent le droit de les ramasser.

Suivant leur importance, les garceros en fournissent de 3 à 25 kilogrammes pour la saison.

Le chasseur professionnel n'existe pas au Vénézuéla et les propriétaires préféreraient voir tuer du bétail que leurs Aigrettes.

Du Matto Grosso et de l'Etat de Goyaz, les plumes d'Aigrettes viennent par Buenos-Ayres. Dans ces pays, les propriétaires autorisent le ramassage de la plume *tombée*, à condition qu'on leur donne la moitié de la récolte.

M. Grisol, habitant San Fernando de Apure, dans une lettre rendue publique, nous apprend qu'il a récolté lui-même des plumes dans le garcero de Canitos, situé dans les Savanes de la Candelaria. Travaillant avec six hommes, il assure que pendant trois mois chaque homme put glaner de 450 à 500 grammes de plumes par jour. M. Grisol cite quinze garceros où l'on recueille environ 1.200 livres de plumes par an. Les propriétaires gardent jalousement les hérons qui vivent dans leurs garceros ou leurs dormitorios.

Le Gouvernement est entré dans cette voie, car les plumes sont une source de revenus pour le trésor public. La loi de protection du 12 mars 1910 dit textuellement :

ARTICLE PREMIER. — *L'exploitation des plumes de l'Aigrette est une industrie de l'Etat.*

ART. 2. — *La chasse des Aigrettes est absolument interdite, tant avec les armes à feu que par tout autre moyen qui aurait pour résultat la destruction des oiseaux.*

La loi divise les garceros en sept classes, suivant le rendement, et fixe les redevances au Trésor, ainsi que celles des dormitorios.

Actuellement il est donc prouvé que les plumes exportées du Vénézuéla sont pour la grande part des plumes récoltées après la mue, sauf peut-être celles provenant des animaux dont la chair a servi à l'alimentation.

Un fait constaté récemment, c'est que le nombre des garceros a tendance à augmenter comme les récoltes, maintenant que l'on sait la valeur de l'Aigrette. Cette question paraît donc en bonne voie, et les hécatombes signalées jadis ne peuvent aucunement concerner l'époque actuelle. La domestication de l'Aigrette, déjà tentée à Tunis, résoudrait le problème. Il est probable qu'il sera possible de lui faire perdre son instinct migrateur, comme on l'a fait perdre au canard et à l'oie domestiques.

Le Dr Bouet m'a raconté qu'à Madagascar il avait réussi à avoir des Aigrettes qui, pendant plusieurs mois, quittaient tous les ma-

tins le logis qu'il leur avait donné et y rentraient régulièrement tous les soirs.

2° Les Mouettes et les Goelands vivant sur les côtes atlantiques des Etats-Unis étaient, paraît-il, beaucoup plus nombreux il y a vingt-cinq ans. D'après divers dires, leur diminution devrait être attribuée aux chasses qu'on leur a faites pour avoir leurs plumes, malgré leur faible valeur marchande.

Le Gouvernement s'en étant ému, on a, dès 1903, fait installer dans diverses îles des refuges ou réserves gardées dans lesquelles les oiseaux peuvent vivre et élever leurs petits en sûreté. Cette chaîne d'îles existe du Maine au Texas, c'est-à-dire sur une longueur d'au moins 15.000 kilomètres.

L'existence des espèces est donc maintenant sauvegardée, à condition que la surveillance ne se relâche pas.

3° Les faits de maraude signalés vers 1904 aux îles Marcus et Liansky, deux groupes des nombreuses îles coralliennes du Pacifique, ne sont que des faits isolés dont on pourrait facilement empêcher le retour par quelque surveillance. Aux îles Hawaï, vingt-trois maraudeurs ont même eu l'audace d'aller chasser dans les réserves ornithologiques nationales, ils y ont tué une quantité de Mouettes. Ce fait prouve simplement une absence complète de surveillance, mais n'atteint en rien les fabricants de plumes pour parures qui iraient d'ailleurs incontestablement à l'encontre de leurs intérêts, s'ils encourageaient de pareils actes de piraterie capables d'amener sinon la fin d'espèces intéressantes, tout au moins une diminution notable du nombre des individus.

4° En Australie, malgré la sévérité des lois, excellentes d'ailleurs, il se produit aussi des faits répréhensibles, en particulier dans la chasse des Oiseaux-Lyres⁽¹⁾ et de diverses espèces rares. Ce n'est qu'une surveillance active qui peut les empêcher, surveillance d'autant plus difficile que les espaces où vivent les oiseaux sont plus grands ; n'oublions pas que l'Australie est à elle seule quatorze fois et demie aussi grande que la France et qu'elle est très peu peuplée, sauf au sud.

5° Dans l'Orégon méridional, dans la région des lacs, on trouvait d'immenses troupes d'oiseaux aquatiques, surtout de Grèbes (*Podiceps*) pour l'exploitation desquels trente camps s'étaient établis en 1908. Des wagons venaient trois fois par semaine chercher les fourrures de Grèbes préparées. Il a failli se passer là ce qui est arrivé

1. L'exportation atteint à peine deux à trois cents par an.

pour le Bison et le Pigeon migrateur. Heureusement que le gouvernement eut la sagesse d'agir rapidement et de constituer les lacs de la région en réserve nationale, où les espèces pourront se reconstituer en sûreté.

6° Les Oiseaux de Paradis habitent la Nouvelle-Guinée et les îles avoisinantes. Dans les portions hollandaise et britannique de la Nouvelle-Guinée on leur a accordé une large protection et aucune peau ne peut sortir du pays, sauf dans un but scientifique.

Quelques espèces ont toujours été très rares, mais l'industrie ne les recherche pas, ce sont les Musées; une troupe de vingt chasseurs a passé plusieurs semaines pour arriver à tuer trois spécimens de l'Oiseau de Paradis du Prince Rodolphe [*Paradisæa rudolphi* (Finsch)]. Ce fait n'intéresse en rien la plumasserie. Pour la fabrication, il faut une matière première régulière et facile à se procurer, car la mode n'est pas constituée par des exceptions. L'article en vogue est demandé par tout le monde et non par quelques-uns.

Il est certain que le Paradisier émeraude ou apode, dont on ne tue que les mâles, qui seuls portent un panache orangé, doit être traité avec ménagements dans l'île d'Arou, sa petite patrie, puisque celle-ci en fournit toujours depuis Linné.

Il y a deux ans qu'on a lâché 50 spécimens de cette espèce dans les forêts de l'île Tobago. Cet essai d'élevage et d'acclimatation est bien surveillé et paraît devoir réussir. Il est utile d'ajouter que la Nouvelle-Guinée a environ 2.000 kilomètres de long et une superficie de 785.362 kilomètres carrés, c'est-à-dire qu'elle est aussi grande que la France et l'Italie continentale réunies et qu'une faible partie du territoire étant explorée, il y a encore de vastes réserves.

7° La question des Colibris, qu'on exhume à nouveau, n'a actuellement aucune importance, puisque depuis plus de quinze ans la mode n'emploie plus ces animaux; ceux qui sont mis en vente ne trouvent plus d'acquéreurs à aucun prix. Celles des espèces qui jadis étaient le plus demandées ont donc eu le temps de se reconstituer. D'ailleurs quand on cite le chiffre de 26.000 spécimens mis en vente à Londres, on oublie d'abord de dire s'ils ont trouvé preneurs et en outre de le comparer aux surfaces immenses dans lesquelles vivent les Trochilidés. On sait qu'on trouve ces animaux surtout dans l'Amérique du Sud, dans l'Amérique Centrale et au Mexique, qui ont ensemble une superficie de plus de 10 millions de kilomètres carrés, deux fois celle de l'Europe, presque trente-huit fois celle de la France.

Qu'est-ce que 26.000 individus prélevés dans ces vastes régions

où les Colibris sont innombrables. Il y a des espèces qui sont devenues de plus en plus rares et qui tendent à disparaître, c'est certain, mais ce ne sont peut-être pas toujours celles qui sont le plus remarquables par leurs couleurs.

La cause de leur diminution est certainement dans le peuplement, dans le progrès de la culture, ou bien, comme dans les Antilles, dans la disparition de certaines plantes et fleurs.

Là aussi les gouvernements se sont émus, et il est bien difficile que des Colibris sortent de leur pays d'origine, sauf dans un but scientifique.

IV. — FAITS DE PROTECTION

Il ne faudrait pas croire que rien n'a été fait pour la protection des oiseaux. La législation sur ce sujet est très compliquée, confuse ou contradictoire dans un même pays, car souvent on a oublié de consulter les hommes compétents en Ornithologie. Les Oiseaux d'Europe ne jouant aucun rôle dans la parure, il n'y a donc pas lieu de s'occuper ici des mesures prises en leur faveur.

Presque tous les Etats extra-européens ont pris des mesures énergiques pour protéger leurs richesses ornithologiques, et les représentants européens du commerce des plumes ont exprimé leur désir d'aider de toutes leurs forces à une protection raisonnée; seulement ils tiennent à ce que le public comprenne bien que la destruction des oiseaux dans les pays étrangers est un fait qu'ils ne peuvent contrôler.

Dès 1887, le Queensland a promulgué une loi pour la protection des oiseaux indigènes autres que les oiseaux gibiers. Les autres Etats d'Australie ont suivi cet exemple, et presque tous les oiseaux ont été rangés en trois catégories suivant le degré d'utilité et de nuisibilité, et par conséquent suivant le degré de protection que doit leur accorder la loi.

Dans la première section *protégée toute l'année*, on range tous les oiseaux utiles à l'agriculture, ainsi que beaucoup d'oiseaux de mer : Ibis, Hérons, *Aigrettes*, toutes les Mouettes et les Sternes, etc. Il n'est donc jamais permis de tuer ces oiseaux.

Dans la deuxième catégorie, la protection dure de juin ou *juillet au 20 décembre* : ce sont les Emous, les Cygnes, les Oies, les Canards, etc.

Dans la troisième catégorie sont rangés les oiseaux reconnus nui-

sibles et auxquels on n'accorde aucune protection : ce sont les Cormorans, les Corbeaux, les Cacatoès, les Poules d'eau, les Platycerques, etc.

Pour donner toute élasticité à la loi, le gouvernement a le droit de transférer un Oiseau d'une catégorie dans une autre, de faire varier les limites de l'époque de protection, et de fixer des districts continentaux ou côtiers où il y aura interdiction de poursuivre et de tuer les oiseaux des deux premières catégories. Les infractions sont frappées de peines assez fortes variant de 1 livre sterling à 25 livres. De plus, le commerce des plumes, des objets en plumes, des œufs, le dénichage sont interdits. L'intention est punie comme l'infraction elle-même.

Tous les oiseaux spéciaux sont donc aussi bien protégés et leurs dépouilles saisies partout où on les trouve.

Ces prescriptions, avec les modifications locales reconnues nécessaires, sont appliquées dans toutes les colonies britanniques, en Asie (Inde, Malacca, Hong-Kong), en Australie, dans la Nouvelle-Guinée britannique, aux îles Fidji, à la Nouvelle-Zélande, en Afrique (Cap, Natal, Côte-d'Or, Lagos, Afrique orientale anglaise), dans tout le nord de l'Amérique septentrionale, dans les Antilles (Bahama, Bermudes, Jamaïque), dans la Guyane britannique, à Trinidad, Tobago, etc.

Le décret applicable aux Indes anglaises est daté de septembre 1902 et est entré en vigueur le 1^{er} janvier 1903. Il interdit l'exportation des peaux et plumes d'oiseaux *non domestiques*, à l'exception des plumes d'autruche et des spécimens destinés aux Musées d'histoire naturelle.

Dans les Indes portugaises, on a suivi l'exemple des Indes anglaises, afin d'empêcher les marchandises de transiter par Goa. Le décret de protection est identique au précédent et daté du 21 novembre 1910.

La Chine elle-même s'émeut, et en ce moment elle interdit l'exportation des dépouilles de Faisans, afin de ne pas laisser diminuer la richesse des chasses.

Aux États-Unis, quelques États, dont celui de New-York, ont promulgué des lois inspirées par les Sociétés Audubon, interdisant même l'importation et le port des dépouilles de beaucoup d'oiseaux sauvages et n'autorisant que celle des plumes d'autruche.

Divers États ont adopté la loi, proposée récemment par la Société Audubon de l'Iowa, qui déclare propriété de l'État tous les oiseaux sauvages, et qui, sauf pour les oiseaux gibiers, soumis à une légis-

lation spéciale, décrète qu'aucun oiseau ne doit être capturé, tué, transporté ou vendu, pas plus que les nids et les couvées, et qui interdit la vente de tout ou partie de leur plumage. La liste des oiseaux auxquels on n'accorde aucune protection ne contient que trois ou quatre noms dont celui du Moineau d'Europe.

Les États européens ont établi dans la plupart de leurs colonies des lois protectrices. Ainsi la chasse de l'Aigrette vient d'être interdite dans l'Afrique occidentale française.

Une convention internationale a été conclue entre la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Espagne, le Congo, la France, l'Italie et le Portugal, pour la protection des animaux sauvages du centre de l'Afrique, entre le vingtième parallèle, le fleuve Zambèze, et le nord du Sud-Ouest africain allemand.

D'autre part, dans l'Argentine, au Paraguay, dans l'Uruguay, on protège et on élève le Nandou; on ne le chasse plus, on le capture et on le plume, puis on le relâche; de même qu'on procède en France à la plumée des dindons et des oies, dans toutes nos fermes... Le public a tendance à oublier que tous ces volatiles furent sauvages autrefois, à une époque relativement récente. Ainsi chez les Romains, on plaçait un filet au-dessus des basses-cours pour empêcher ces oiseaux d'émigrer. Les autres Républiques ont aussi pris des mesures de protection.

Au Brésil, la loi protège tous les animaux utiles à l'agriculture, et un décret du 15 janvier 1909 interdit la chasse des Nandous, des Mouettes et des Hirondelles de mer, des Cigognes et des Hérons, ainsi que l'enlèvement des jeunes et des œufs hors des nids et la destruction des lieux de ponte. Les autorités municipales sont chargées de donner à ce décret la plus large publicité. D'autre part, les oiseaux de l'Amérique du sud, aux brillantes couleurs, ne sont plus employés dans la parure; ils jouissent donc d'une protection indirecte. Les Tangaras, Manakins, Coqs de roche, Guits-Guits, Colibris n'arrivent donc plus en Europe que pour les Musées et les collections.

De plus, à l'instar des États-Unis, la plupart des États ont complété leurs mesures législatives par l'établissement de districts protégés, de refuges pour les animaux (réservations), dans lesquels la chasse est interdite en tout temps. Ces réserves ont donné des résultats remarquables. Le premier en date est le Parc national (Yellowstonepark) établi en 1872 par les États-Unis, puis le Parc du Mont-Rainier, Washington, établi en 1899. Il y en a actuellement 10 aux États-Unis, dont la superficie dépasse 70.000 milles carrés

(près de 230.000 kilomètres carrés). En Australie, on en compte 55.

Dans nos pays européens, plus peuplés, cet exemple a été suivi, mais sur une échelle plus modeste. En Angleterre, de grands domaines privés ont été réservés, de même qu'en Allemagne et en Hongrie. En Suisse, le val de Travers, dans le Jura, et le val Cluoz, dans l'Engadine, ont été récemment choisis dans ce but.

Le long des côtes de la Baltique et de la mer du Nord, des îles ont été constituées en réserves (Memmert, Jordsand, Ellenbogen, Noderog, Langenwerder) pour la nidification des oiseaux d'eau, comme aux Etats-Unis, et placés sous la surveillance de gardiens officiels. Aussi le nombre des nids de Mouettes qui, à Memmert, avait été de trois cents la première année, était-il de mille en 1910.

L'Allemagne, à Seebach, près Cassel, et la Hongrie ont créé des *stations ornithologiques modèles et officielles* où l'on s'efforce de réaliser, par des plantations appropriées, toutes les conditions matérielles qu'exigent les oiseaux pour leur nidification et leur vie. Dans le sud-ouest de l'Europe, rien n'a été fait dans ce sens. C'est l'indifférence la plus complète. Il serait à désirer que de semblables créations se fissent dans tous les pays. Mais à notre époque d'utilitarisme à outrance, on ne pourra arriver à des résultats positifs qu'en s'attaquant au mal par sa racine. Il faudrait développer la bonté chez les enfants, leur inculquer, en éveillant leur curiosité, l'amour de la nature, des paysages, des beautés naturelles ainsi que le respect des animaux et de la vie sous toutes ses formes, par conséquent chercher à développer en eux l'idéalisme et l'amour du beau.

Ce sont surtout les nids et les œufs qu'il faut protéger efficacement. Ainsi H. Macpherson cite le cas de la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*) qui, en 1908, fut rayée de la liste des oiseaux protégés dans le Cumberland. Les résultats de ce fait furent une ruée des habitants dans les lieux de ponte pour la récolte des œufs. Ceux qui ne furent pas consommés sur place furent envoyés à Londres et vendus sous le nom d'œufs de Pluviers.

Quand la population de la Camargue était très clairsemée, on pouvait voir d'énormes troupes de Flamants dans les étangs; mais depuis que les centres habités sont devenus plus nombreux pour la culture de la vigne et l'exploitation des salines, le nombre des Flamants sédentaires a beaucoup diminué, plus par suite de l'enlèvement des œufs dans les nids que par suite de la chasse.

Dans certains endroits, on croit avoir constaté des diminutions inquiétantes; au lieu de les attribuer à la destruction des individus, n'y aurait-il pas là plutôt un simple déplacement de l'habitat pro-

voqué par le peuplement par l'homme d'espaces jadis inhabités. Ceci est vrai pour tous les oiseaux qui n'aiment pas le voisinage de l'homme et surtout pour toutes les espèces aquatiques qui préfèrent alors des lagunes plus inaccessibles, où la tranquillité pour eux et la sécurité pour leurs couvées leur paraissent plus grandes. Ce recul des espèces sauvages devant l'homme est un fait général, constaté partout et surtout dans les pays neufs.

V. — LES PLUMES ET LA MODE

Actuellement, l'usage des plumes dans la parure féminine est attaqué avec violence sous prétexte qu'il constitue un reste des temps barbares, au même titre que le port des anneaux au nez et aux oreilles.

Or, dès les temps les plus anciens, les peuples se sont servis des plumes soit pour rehausser le prestige des chefs dans les solennités et celui des guerriers, soit pour orner les flèches, les lances, les pirogues, les tentes, soit pour fabriquer des manteaux, des parasols, des éventails, des chasse-mouches. L'art plumaire était arrivé à un haut degré de perfection aux îles Hawaï et surtout au Mexique, où des artistes savaient figurer des dessins et des tableaux. L'exécution de pareils travaux exigeaient plusieurs années de labeurs. Les fleurs artificielles, en plumes du pays, fabriquées jadis au couvent de Soledad, au Brésil, sont des merveilles de beauté, de goût et de patience.

En Europe, au moyen âge, les plumes d'Autruche placées sur les casques prirent le nom de coquards, puis de cocardes; elles atteignaient 1^m,50. Cette mode abandonnée par les hommes vers 1700, fut reprise par les femmes et exagérée à tel point que jadis les nobles dames, pour entrer dans leur voiture, devaient quitter leurs chapeaux si bien empanachés.

Mais, comme on le sait, la mode n'a rien à faire avec la raison; elle s'établit on ne sait comment, par snobisme, et chacun veut la suivre. En sorte qu'on peut assurer qu'il se passera beaucoup de temps avant que cette forme de la coquetterie féminine disparaisse. Peut-être faudra-t-il attendre jusqu'à ce que les lois décrètent la coupe des costumes, et y suppriment tout ce qui n'est pas nécessaire pour cacher la nudité ou conserver la chaleur du corps. Aussi le travail des plumes, aidé par les perfectionnements de la chimie

moderne pour la teinture, a-t-il encore un bel avenir devant soi, comme celui des fleurs artificielles. Déjà en 1909 (v. *Nature*, p. 255), je disais : « *La mode, par son essence même, est infiniment changeante; ses exigences affectent une certaine périodicité et provoquent de telles fluctuations dans les prix, que les dépouilles d'une espèce sont cotées tantôt à un prix très élevé, tantôt à un prix si bas que la chasse n'étant plus rémunératrice, doit cesser d'elle-même. L'espèce a alors le temps de se reconstituer. C'est ce qui arrive pour les Oiseaux-Mouches, les Lophophores, etc., jadis tellement demandés sur le marché.* »

Tout le monde est d'accord, les plumassiers plus que ceux qui n'obéissent qu'à une certaine sentimentalité, pour reconnaître qu'il faut enrayer la destruction irréfléchie des oiseaux sauvages qui apportent un complément intéressant à leur industrie. Mais dans les résolutions prises, il faudra savoir garder une juste mesure pour ne pas sacrifier les intérêts légitimes, mais opposés, des espèces, des agriculteurs et des industriels.

Savoir si un oiseau doit être protégé est très difficile, jusqu'où doit aller la protection l'est encore plus et savoir comment protéger est un problème très ardu, car la plupart des questions soulevées n'ont pas été suffisamment étudiées; elles ne sont pas au point. Il est prouvé que certaines espèces, utiles dans une région, peuvent devenir nuisibles dans une autre, dans d'autres circonstances, comme les Etourneaux, par exemple. De plus, il est difficile *a priori* de savoir les perturbations qui se produiraient si on rompait l'équilibre naturel établi par la suite des siècles, en supprimant une espèce ou en en introduisant une nouvelle.

D'autre part, pour certaines espèces, il est bon de ne pas exagérer la protection, car elles peuvent devenir nuisibles si elles sont en trop grand nombre. C'est sur les diverses espèces de Mouettes que les lois protectrices ont les effets les plus visibles. Maxwell a constaté que les Mouettes sont inoffensives dans le Middlesex et le Warwickshire, mais les multitudes qu'on rencontre en avril et en mai à la surface des rivières très poissonneuses d'Ecosse sont très nuisibles en ce sens qu'elles détruisent par milliers les alevins de Saumon qui descendent à la mer. Ici la protection de ces oiseaux discréditerait toute mesure générale.

Comme on le voit, il est déjà très difficile de faire des lois s'appliquant même à tout un pays.

J'ajouterai que, d'après les observations faites par des ornithologistes qui font autorité (D^r Bureau, de Nantes; D^r Parrot, de Munich, etc.), et qui ont été publiés dans la *Revue française d'Orni-*

thologie (fin 1910 et commencement 1911), il est prouvé que chez beaucoup d'espèces, les mâles immatures extérieurement, c'est-à-dire n'ayant pas encore leur plumage d'adultes définitifs, peuvent déjà non seulement cocher, mais féconder les femelles. Ce fait du plus haut intérêt a une très grande portée.

M. A. E. Pratt ⁽¹⁾ a constaté ce fait chez les Paradisiers et l'affirme. Il a vu d'autre part que les indigènes protègent les femelles et les jeunes mâles et ne tuent que les mâles ayant leur plumage de noce, c'est-à-dire ayant au moins trois ans.

VI. — MESURES PRÉCONISÉES

Ces diverses faces de la question en montrent la complexité et, pour la résoudre, il faudra du temps, de l'expérience et de la patience aux spécialistes qui seront chargés de s'en occuper.

Pour être efficaces, les tentatives de protection ne doivent pas rester isolées. Elles doivent s'exercer sur la plus grande partie du globe habité, et, pour coordonner les efforts, il faudrait réunir un Congrès international où tous les intérêts (*science, commerce, agriculture, monuments naturels ou historiques*) seraient largement représentés afin de rechercher les mesures à prendre, car il faut tenir compte aussi bien de la beauté d'une espèce que de son utilité, et nous admettons même que la beauté seule, à défaut d'autres qualités, doit suffire pour lui assurer la protection et la vie.

C'est aux comités locaux qu'incomberait la tâche de rechercher si dans chaque pays des mesures spéciales, permanentes ou temporaires, sont nécessaires.

Mais une impulsion une fois donnée ne peut suffire, il faut assurer la continuité des efforts. Les membres de ce Congrès formeraient un comité international, avec réunion *annuelle* qui aurait pour tâche de surveiller l'exécution des décisions prises, de leur imprimer la vigueur, l'ensemble et l'harmonie qui ont manqué jusqu'à ce jour aux tentatives de ce genre, ce qui a été la vraie cause de leur inefficacité. La codification des mesures locales et internationales rendrait de grands services.

Les intérêts de tous devant être sauvegardés, il faut éviter de promulguer des lois ou d'élaborer des règlements qui seraient basés

(1) M. Pratt est l'auteur de : *The Snow of Thibet through China*, et de : *Two years among New Guinea Cannibals*.

uniquement sur des idées théoriques ou sentimentales et qui par leur sévérité ne pourraient être mises en pratique. Il est nécessaire de tenir compte des contingences du milieu dans lequel nous vivons et des moyens de subsistances fournis par une des catégories de la transformation des produits naturels.

Il y a à Paris plus de 600 fabriques et ateliers où l'on travaille les plumes et où l'on fait plus de 150 millions d'affaires chaque année. Plus de 50.000 ouvriers des deux sexes y vivent de l'industrie de la plume et des industries annexes.

Mais pour qu'une loi ou un règlement conserve toute sa valeur morale et toute son efficacité matérielle, il faut que les barrières, une fois établies, le soient pour tout le monde, même pour les grands du jour. C'est ce que prévoit le décret de protection de 1909 pour la Nouvelle-Guinée hollandaise, qui dit qu'il sera appliqué strictement, sans considération de personnes.

Je rappellerai simplement ce qui vient d'arriver à propos du Président Roosevelt qui, aux Etats-Unis, avait beaucoup fait pour la protection des richesses naturelles et des oiseaux et à qui, dans l'Afrique orientale, on ouvrit même les territoires réservés si giboyeux, où furent tués en nombre les mammifères et les oiseaux les plus rares. Et il fut sacré grand chasseur.

L'industrie plumassière et le commerce des modes, mettant en mouvement des capitaux considérables, sont des facteurs si importants de la richesse publique que les gouvernements ont le devoir de les protéger, au même titre que d'autres, tout en ménageant les richesses animales, c'est-à-dire en ne sacrifiant pas l'avenir au présent.

Pour cela, il serait urgent de créer dans tous les pays des instituts d'Ornithologie et de Cynégétique pour l'étude de toutes les questions concernant les oiseaux et la chasse, afin de déterminer leur degré d'utilité et de nuisibilité par l'examen des estomacs, et les conditions dans lesquelles la chasse d'une espèce donnée peut être autorisée. Ces instituts, chargés aussi d'étudier les parasites et les maladies des oiseaux et du gibier, s'occuperaient de l'installation de stations modèles et de la garde des réserves, ainsi que de l'aménagement des chasses. Ils favoriseraient, dans les pays d'origine, la multiplication des espèces dont les dépouilles sont demandées par l'industrie et, dans nos pays, s'intéresseraient à leur acclimatation et à leur domestication. Chaque pays ne pourra arriver à de bons résultats que par la fondation de vastes établissements, jardins zoologiques ou simplement ornithologiques, dans lesquels toutes ces questions seront traitées avec la précision scientifique qu'elles comportent.

Les ornithologistes n'ont qu'à s'inspirer de ce qui a été fait en aquiculture, et surtout en pisciculture, pour le repeuplement et l'acclimatation.

Ces Instituts seraient des offices de renseignements pour le public et les chasseurs et des offices consultants pour les gouvernements lors de l'élaboration des lois concernant la chasse, la protection des diverses espèces et l'utilisation des plumes. La question des ornithologistes-conseils, dont la création est demandée dans divers pays, serait ainsi résolue.

Des primes serviraient à récompenser les éleveurs qui sauraient, par sélection, obtenir les plumages les plus brillants et les chairs les plus délicates. L'intérêt privé aidant, on pourrait arriver à d'excellents résultats comme le prouve la domestication toute récente du Nandou et celle de l'Autruche. Il est bien certain que les colons du Cap ne pensaient pas arriver à des résultats aussi extraordinaires, quand, vers 1865, ils commencèrent timidement l'élevage de l'Autruche australe. Il y avait alors soixante-cinq Autruches domestiques dans la colonie du Cap seulement; en 1904, on en comptait trois cent cinquante-quatre mille cinq cent soixante-dix. Il y en a actuellement plus de cinq cent mille et beaucoup également dans les colonies voisines.

Comme je l'ai dit, c'est non seulement le droit, mais aussi le devoir des gouvernants de veiller sur les richesses ornithologiques de leur pays, comme sur un dépôt sacré dont ils sont responsables vis-à-vis de nos descendants et d'assurer la conservation des *espèces rares* (qu'elles le soient pour des causes naturelles ou qu'elles le soient devenues par la faute de l'homme), au même titre que celles des *monuments naturels ou historiques*.

Dans ce but, il s'agit de grouper toutes les bonnes volontés, de faire un pressant appel à la solidarité humaine et de provoquer une entente internationale.

Par des mesures de bon sens, sages et surtout prévoyantes, mûrement réfléchies, il sera facile, si cela est nécessaire, à un moment donné, de concilier les intérêts du pays, les nécessités de la mode et les besoins d'une nombreuse population ouvrière sans provoquer de trop graves perturbations dans la vie économique.

En résumé il faut des lois protectrices raisonnables et raisonnées, des règlements de chasse sévères et des réserves ornithologiques étendues, mais la prohibition ne paraît pas possible.

De cette manière, une satisfaction équitable serait offerte à tous.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE I

Liste des membres de la Société.....	Pages. 3
A. MENEGAUX. — La protection des oiseaux et l'industrie plumassière.....	9

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Une feuille.....	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille..	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille.....	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille...	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	8.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5 »
Plusieurs feuilles.....	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1 ^{re} série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2 ^e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3 ^e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4 ^e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5 ^e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6 ^e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7 ^e série : 1877-1888	11 volumes in-8°
Chaque année pour les Membres de la Société	5 francs
— pour le public	12 —

Mémoires originaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société Philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André; E. Becquerel, de l'Institut; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut; Bouty, de l'Institut; Bourgeois; Descloizeaux, de l'Institut; Fourret; Gernez; Hardy; Haton de La Goupillière, de l'Institut; Laisant; Laussedat; Léauté, de l'Institut; Mannheim; Moutier; Peligot, de l'Institut; Pellat; — *pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix; Bureau; Bouvier, de l'Institut; Chatin, de l'Institut; Drake del Castillo; Duchartre, de l'Institut; H. Filhol, de l'Institut; Franchet; Grandidier, de l'Institut; Hennequy, de l'Institut; Milne-Edwards, de l'Institut; Mocquard; Poirier; A. de Quatrefages, de l'Institut; G. Roze; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

SÉRIE X. — TOME III

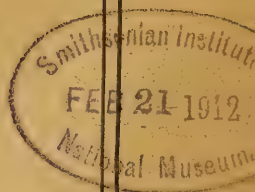
N° 2-3

1911

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1911



Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1911

Président : M. C. MATIGNON, 17, B^d Carnot, Bourg-la-Reine.

Vice-Président : M. HUA, 254, boulevard Saint-Germain.

Trésorier : M. RABAUD, 3, rue Vauquelin.

Secrétaire des séances : M. WINTER, 44, rue Saint-Placide.

Vice-Secrétaire des séances : M. LEBON, 4 bis, rue des Écoles.

Secrétaire du Bulletin : M. COUTIÈRE, 118, avenue d'Orléans.

Vice-Secrétaire du Bulletin : M. NEUVILLE, 55, rue de Buffon.

Archiviste : M. HENNEGUY, 9, rue Thénard.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2^e et 4^e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le *Bulletin*.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. VÉZINAUD, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, V^e.

CALORIMÉTRIE ET THERMODYNAMIQUE DES GAZ,

Par M. le D^r JOSEPH DESCHAMPS.

I. — UNITÉ DE CHALEUR.

Nous avons montré dans un précédent mémoire ⁽¹⁾ la possibilité de mesurer les températures par un élément présentant les caractères d'une véritable grandeur additive et désigné par nous sous le nom d'*intensité calorifique*. L'intensité calorifique, avons-nous dit, est la quantité de chaleur contenue dans l'*unité de volume* du gaz choisi comme substance thermométrique, c'est-à-dire dans l'espèce, l'hydrogène. Cette intensité calorifique, variable suivant les circonstances, sert à définir l'état calorifique correspondant du gaz et doit être mesurée à l'aide d'une unité de même espèce arbitrairement choisie.

Le choix le plus naturel et le plus simple consiste à prendre pour unité d'intensité calorifique la quantité de chaleur contenue dans l'unité de volume d'hydrogène à la température de fusion de glace et sous l'unité de pression, cette unité de pression pouvant être soit la pression d'un mètre de mercure, soit la pression atmosphérique moyenne correspondant à une hauteur de mercure de 760 millimètres. Le premier choix est plus logique ; le second est plus conforme à la pratique ordinaire, et c'est celui que nous adoptons.

On peut encore choisir une autre unité d'intensité calorifique rappelant l'unité de mesure jusqu'ici employée dans la mesure des températures. Cette nouvelle unité est la centième partie de la variation d'intensité calorifique de l'hydrogène lorsqu'on le fait passer de la température de fusion de la glace à celle de la vapeur d'eau bouillante sous la pression constante de 760 millimètres. Nous avons fait connaître le rapport de cette nouvelle unité à la précédente ; ce qui permet d'employer à volonté l'une ou l'autre de ces deux unités et de transformer, par une simple multiplication, des mesures obtenues à l'aide de l'une d'elles en mesures correspondant à l'autre.

(1) *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, année 1910, n^{os} 4-5-6.

Sauf indication spéciale, nous emploierons la seconde unité, qui est notre nouvelle unité centigrade et à laquelle nous donnerons, pour abrégier le discours, le nom d'*i-calor*.

L'*i-calor* ainsi défini est à la fois l'unité de graduation d'une échelle thermométrique nouvelle, et aussi une véritable unité de chaleur destinée par conséquent à devenir l'unité naturelle de mesure calorimétrique. Ainsi apparaît un nouvel et considérable avantage du nouveau système sur l'ancien, en raison de la possibilité de confondre deux unités de mesure en une seule.

Nous devons donc maintenant, pour compléter notre précédent exposé, faire l'application de notre méthode à la calorimétrie et à la thermodynamique qui reposent l'une et l'autre sur la mesure des températures et des quantités de chaleur, la part la plus importante de cette nouvelle étude étant naturellement consacrée aux gaz qui jouent dans ces deux branches un rôle prépondérant.

II. — QUANTITÉ DE CHALEUR MISE EN JEU DANS UNE MODIFICATION ÉLÉMENTAIRE OU FINIE SUBIE PAR UNE MASSE DÉTERMINÉE D'HYDROGÈNE.

Lorsqu'il s'agit simplement d'évaluer la température d'un système, on s'assujettit à la condition essentielle de faire usage d'une substance thermométrique dont la masse soit assez petite pour pouvoir être négligée vis-à-vis de la masse du système à étudier et telle par conséquent que les échanges de chaleur entre celui-ci et le thermomètre employé ne modifient pas d'une manière appréciable l'état calorifique dont on doit constater la valeur à un instant donné. Les indications du thermomètre n'ont donc pas pour objet de faire connaître les chaleurs échangées; elles se bornent à faire connaître l'état calorifique de celui-ci, c'est-à-dire la quantité de chaleur *actuellement contenue* dans l'instrument et se manifestant sous la forme sensible dite thermique. Les explications données jusqu'ici ont eu pour objet de donner les moyens de mesurer cette intensité calorifique que l'on peut qualifier d'intrinsèque.

Mais lorsqu'il est question de faire une mesure calorimétrique; il devient indispensable d'évaluer toutes les chaleurs échangées *sous quelque forme qu'elles se manifestent*. Il faut alors tenir compte non seulement de la chaleur qui se manifeste sous la forme sensible de l'état thermique, mais encore des chaleurs qui revêtent d'autres formes et notamment celles du travail interne ou externe.

Or, en particulier, en ce qui concerne une substance gazeuse et, qu'il s'agisse ou non de la substance thermométrique, il y a en général des travaux produits qui ne peuvent pas être négligés et dont la production met en jeu des quantités de chaleur qu'il faut pouvoir constater et mesurer.

Nous devons donc compléter à ce point les indications contenues dans notre premier travail, car celles-ci sont uniquement relatives à la constatation et à la mesure des chaleurs acquises et conservées par le gaz, et constituant son état thermique.

Les modifications calorifiques d'une masse gazeuse peuvent s'accomplir dans deux conditions bien distinctes : 1° sous volume constant ; 2° sous volume variable.

I. Modifications sous volume constant. — Elles sont caractérisées par l'absence de tout travail extérieur, et par conséquent la chaleur fournie ou enlevée à la masse gazeuse sert uniquement à élever ou à abaisser sa température par augmentation ou diminution de l'intensité calorifique.

Soit v le volume constant du gaz ; le gain d'une quantité de chaleur infiniment petite dq augmente l'intensité calorifique d'une quantité dI , et l'on a manifestement

$$(1) \quad dq = v dI,$$

d'où en intégrant d'abord entre 0 et I ,

$$(2) \quad Q = Iv,$$

puis entre I_1 et I_2 ,

$$(3) \quad q = Q_2 - Q_1 = v(I_2 - I_1).$$

On a ainsi trois formules permettant de calculer les quantités de chaleur nécessaires pour passer d'un état calorifique quelconque à un autre également quelconque, et réciproquement.

II. Modifications sous volume variable. — Ces modifications se distinguent des précédentes par deux circonstances entraînant entre elles des différences profondes et produisant au point de vue calorifique des conséquences de la plus haute importance. Ces deux

circonstances résident : la première dans la variation même du volume, laquelle produit *automatiquement* une variation de température ; la seconde, dans le travail effectué ou subi par la masse gazeuse pendant sa dilatation ou sa contraction.

Nous allons les étudier séparément.

1° *Variation du volume.* — Ainsi que nous l'avons expliqué dans notre premier travail sur ce sujet, à toute variation de volume correspond, par le jeu même de cette variation, une variation d'intensité calorifique, exactement de la même manière qu'elle entraîne une variation de poids spécifique ou de densité. Nous dirons même que c'est en cela que consiste la partie essentielle de notre conception touchant les intensités calorifiques, puisque c'est par là que nous pouvons atteindre le rapport et par suite la mesure de ces intensités. Il n'est donc pas inutile d'insister encore sur ce point important.

Supposons donc qu'une masse gazeuse prise au volume v et à l'intensité I passe au volume v' ; par le fait de ce changement de volume et *en dehors de toute intervention extérieure*, la quantité de chaleur primitivement répartie dans le volume v se trouve ensuite répartie dans le volume v' . Il en résulte pour chaque unité de volume une nouvelle intensité I' telle que l'on a

$$(4) \quad \frac{I'}{I} = \frac{v}{v'}.$$

C'est ainsi en particulier que, si le volume augmente, l'intensité calorifique diminue, et par suite la température s'abaisse. Si au contraire le volume diminue, la température s'élève. Les variations de température ont été vérifiées dans le sens indiqué par toutes les expériences faites dans ce but et dont plusieurs sont historiques, comme celles de Joule et de Gay-Lussac.

2° *Travail accompagnant la variation du volume.* — A la variation de volume d'un gaz correspond presque toujours un travail effectué ou subi : travail effectué dans le cas d'une augmentation, travail subi, dans celui d'une diminution de volume. Il ne peut y avoir d'exception que dans le cas d'une augmentation, lorsque, par suite d'un dispositif spécial, le gaz peut se dilater sans avoir à surmonter aucune pression extérieure, comme, par exemple, si le gaz se répand dans un espace vide ou s'il se dilate par le fait du déplacement d'un piston soulevé par une force étrangère au système et sans que la pression du gaz intervienne en aucune façon dans ce déplacement.

Nous ajouterons que, lorsqu'il y a augmentation de volume, il y a

encore lieu de distinguer, entre les deux circonstances extrêmes où la pression du gaz n'est nullement équilibrée et celle où elle est totalement équilibrée, une circonstance intermédiaire où elle est partiellement équilibrée. Nous sommes donc ainsi amenés à considérer dans l'augmentation de volume trois cas particuliers suivant que :

- 1° Le travail effectué par le gaz est nul ;
- 2° Le travail effectué est maximum ;
- 3° Le travail effectué est inférieur au travail maximum.

Au contraire, lorsqu'il y a diminution de volume, le gaz subit toujours le travail maximum.

Ces distinctions étant posées, il est clair que, lorsqu'il n'y a pas de travail effectué, cela n'entraîne aucune dépense ni aucun gain soit de chaleur, soit d'énergie interne. Il en est différemment dans tous les autres cas. Mais alors les choses ne se passent pas de la même manière suivant que la masse gazeuse est, ou non, en communication calorifique avec le milieu extérieur, c'est-à-dire suivant que ses modifications ne sont pas, ou sont *adiabatiques*. Nous allons donc passer en revue tous les cas qui peuvent se présenter.

PREMIER CAS. — *Dilatation isothermique sans travail effectué.* — Soit une masse gazeuse de volume v et d'intensité calorifique I ; supposons qu'elle subisse une augmentation de volume dv , avec la double condition que son intensité reste la même et qu'elle n'ait à effectuer aucun travail extérieur.

La quantité de chaleur primitivement contenue dans cette masse gazeuse a pour expression

$$Q = Iv.$$

La modification demandée, faisant varier le volume v , mais non l'intensité I , la variation correspondante dQ de la chaleur contenue dans la masse gazeuse aura pour valeur

$$dQ = Idv.$$

Cette quantité de chaleur dQ devra être fournie par le milieu environnant. D'ailleurs l'absence de tout travail extérieur n'entraîne l'apport d'aucune autre quantité de chaleur complémentaire, et par conséquent la quantité de chaleur mise en jeu par la transformation considérée est

$$(1) \quad dQ = Idv,$$

Par suite, pour une modification finie faisant passer le volume de v_1 à v_2 , la chaleur totale fournie est

$$Q = \int_{v_1}^{v_2} Idv = I(v_2 - v_1).$$

DEUXIÈME CAS. — *Dilatation isothermique avec travail maximum.* — La pression initiale de la masse gazeuse étant supposée égale à p , le travail effectué par le gaz sera maximum s'il doit se dilater à l'encontre d'une pression extérieure dont la valeur est précisément égale à p ou plutôt à peine inférieur à p , car le cas de l'égalité correspond à l'équilibre, et non au mouvement. Nous nous placerons néanmoins dans le cas de l'égalité, ainsi qu'on le fait habituellement en thermodynamique, car c'est le cas limite correspondant à ce qu'on appelle une modification réversible.

Dans ces conditions, le travail effectué par le gaz pendant la dilatation dv a pour mesure

$$dW = pdv.$$

Or la production de ce travail exige l'apport d'une certaine quantité de chaleur qui s'ajoutera à la quantité de chaleur exigée par la dilatation isothermique et précédemment calculée.

Si donc nous désignons par $\mathcal{C}$ l'équivalent mécanique de l'unité d'intensité, c'est-à-dire de l'i-calor, la quantité de chaleur dq_2 correspondant au travail dW est

$$dq_2 = \frac{dW}{\mathcal{C}} = \frac{p}{\mathcal{C}} dv.$$

Comme d'ailleurs

$$pv = RI^{v-1},$$

il vient

$$dW = RI^{v-1} \frac{dv}{v},$$

$$(2) \quad dq_2 = \frac{RI^{v-1}}{\mathcal{C}} \frac{dv}{v}.$$

Cette quantité de chaleur dq_2 s'ajoute à la chaleur de dilatation dq_1 précédemment calculée, laquelle est

$$dq_1 = Idv.$$

Par suite, la chaleur totale dQ nécessaire pour produire la modification élémentaire considérée est

$$\begin{aligned} dQ &= dq_1 + dq_2 \\ &= Idv + \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}} dv \end{aligned}$$

ou

$$(3) \quad dQ = \left(1 + \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}}\right) dv.$$

Si maintenant on considère une modification isothermique finie faisant passer le volume de v_1 à v_2 avec travail maximum, celui-ci a pour valeur

$$W = RI^{\gamma-1} \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v}$$

ou

$$(4) \quad W = RI^{\gamma-1} \log \frac{v_2}{v_1},$$

et sa production exige une quantité de chaleur q_2 égale à

$$(5) \quad q_2 = \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}} \log \frac{v_2}{v_1}.$$

Quant à la quantité totale de chaleur q nécessaire à cette transformation, elle est

$$q = q_1 + q_2,$$

ou

$$(6) \quad q = I(v_2 - v_1) + \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}} \log \frac{v_2}{v_1}.$$

TROISIÈME CAS. — Dilatation isothermique avec travail inférieur au travail maximum. — Si la masse donnée d'hydrogène doit se dilater à l'encontre d'une pression p' inférieure à sa tension propre p , le travail fourni dW et la chaleur correspondante dq_2 ont des valeurs inférieures à celles qui viennent d'être calculées. C'est ainsi qu'on aura

$$dW = p'dv,$$

et le travail total W effectué pendant le passage du volume v_1 au volume v_2 aura pour valeur

$$W = \int_{v_1}^{v_2} p' dv,$$

l'intégrale du second membre devant se calculer d'après les conditions de variation de la pression extérieure p' .

La chaleur q_2 nécessaire pour ce travail est

$$q_2 = \frac{1}{\gamma} \int_{v_1}^{v_2} p' dv.$$

QUATRIÈME CAS. — *Dilatation hétérothermique sans travail effectué.* — Considérons encore une masse d'hydrogène de volume v et d'intensité calorifique l se dilatant librement sous l'influence d'une source de chaleur. Une augmentation de volume dv accompagnée d'une augmentation d'intensité dl exige l'apport d'une quantité de chaleur dQ qu'il est facile de calculer.

En effet la chaleur Q , primitivement contenue dans le gaz étant

$$Q = Iv,$$

les variations dv et dl du volume et de l'intensité produisent une variation dQ de la chaleur contenue, dont la valeur est

$$(7) \quad dQ = I dv + v dl.$$

Cette chaleur dQ doit être évidemment fournie par la source, et comme il n'existe aucune autre circonstance exigeant l'apport de chaleur, la formule précédente représente la quantité de chaleur mise en jeu dans la transformation considérée.

Réciproquement, la même formule permet de calculer la variation d'intensité dl correspondant à l'apport d'une quantité de chaleur connue dQ .

CINQUIÈME CAS. — *Dilatation hétérothermique avec travail maximum.* — Le travail effectué qui a pour expression

$$dW = p dv = R l^{\gamma-1} \frac{dv}{v},$$

exige un apport de chaleur égal à

$$\frac{RI^{\gamma-1}}{C} \frac{dv}{v},$$

qui s'ajoute à la chaleur précédemment calculée. Par conséquent la quantité totale de chaleur que doit fournir le milieu extérieur pour produire la dilatation dv et l'augmentation d'intensité dI dans les conditions de travail indiqué est

$$dQ = v dI + I dv + \frac{RI^{\gamma-1}}{C} \frac{dv}{v}$$

ou

$$(8) \quad dQ = v dI + \left(I + \frac{RI^{\gamma-1}}{Cv} \right) dv.$$

SIXIÈME CAS. — *Dilatation adiabatique sans travail effectué.* — Cette modification ne fait pas varier la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse. Par conséquent, comme on a primitivement

$$Q = Iv,$$

et que

$$dQ = 0,$$

il en résulte

$$(9) \quad v dI + I dv = 0.$$

Cette formule permet de calculer la diminution d'intensité dI qui correspond à l'augmentation de volume dv , cette diminution ayant pour valeur

$$(10) \quad dI = -\frac{I}{v} dv.$$

SEPTIÈME CAS. — *Dilatation adiabatique avec travail maximum.* — Le travail effectué a encore pour expression

$$dW = p dv = RI^{\gamma-1} \frac{dv}{v},$$

et il exige pour sa production une quantité de chaleur

$$dq = \frac{RI^{\gamma-1}}{C} \frac{dv}{v},$$

qui, dans le cas présent, ne peut être qu'empruntée au gaz lui-même. Il en résulte pour la masse gazeuse une perte de chaleur qui entraîne une diminution d'intensité calorifique facile à calculer. En effet, la perte totale de chaleur pour le volume v étant dq , la perte de chaleur pour l'unité de volume, c'est-à-dire la diminution dI_2 d'intensité calorifique est

$$(11) \quad dI_2 = -\frac{dq}{v} = -\frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}} \frac{dv}{v^2}.$$

Cette diminution s'ajoute à la diminution d'intensité dI_1 produite automatiquement par la dilatation telle qu'elle a été calculée dans le cas précédent, et dont la valeur est

$$dI_1 = -\frac{I}{v} dv.$$

La diminution totale d'intensité est donc

$$dI = dI_1 + dI_2$$

ou

$$(12) \quad dI = -\left(\frac{I}{v} + \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}v^2}\right) dv.$$

HUITIÈME CAS. — *Compression isothermique*. — Ce cas est l'inverse de la dilatation isothermique avec travail maximum, car une compression ne peut résulter que d'une pression extérieure allant à l'encontre de la pression gazeuse, ce qui exige qu'elle lui soit supérieure ou tout au moins égale. En nous plaçant dans le cas de l'égalité comme nous l'avons fait pour la dilatation, cette pression fait subir à la masse gazeuse un travail générateur de chaleur qui a pour expression

$$dW = -p dv = -RI^{\gamma-1} \frac{dv}{v}.$$

Quant à la chaleur produite, elle tend à augmenter l'intensité calorifique du gaz, et par conséquent, dans le cas supposé de l'isothermie, elle doit être cédée par le gaz au milieu extérieur. On a donc pour la chaleur perdue de ce chef

$$dq_2 = -\frac{RL^{\gamma-1}}{\mathcal{C}} \frac{dv}{v}.$$

Indépendamment de cette chaleur produite par le travail, la compression — dv tend elle aussi à accroître l'intensité calorifique, et pour que celle-ci se maintienne à la valeur constante 1, il faut que le gaz perde une autre quantité de chaleur qui se calcule par des considérations analogues à celles qui ont été faites dans le cas de la dilatation et dont la valeur est

$$dq_1 = -1 dv.$$

Donc la chaleur totale cédée par le gaz au milieu extérieur est ici

$$dQ = dq_1 + dq_2,$$

c'est-à-dire

$$(19) \quad dQ = -\left(1 + \frac{R\gamma - 1}{\mathcal{C}} \frac{1}{v}\right) dv.$$

Cette chaleur est, comme on le voit, égale en valeur absolue à la chaleur absorbée par le gaz dans une compression isothermique, mais de signe contraire.

NEUVIÈME CAS. — *Compression hétérothermique.* — Cette modification est l'inverse de la dilatation hétérothermique avec travail maximum. En supposant que cette compression soit accompagnée d'une diminution dI d'intensité calorifique, la chaleur dégagée pendant la compression dv sera égale, mais avec signe contraire, à la chaleur absorbée pendant la dilatation dv , on aura donc ici

$$(20) \quad dQ = -vdI - \left(1 + \frac{R\gamma - 1}{\mathcal{C}v}\right) dv.$$

DIXIÈME CAS. — *Compression adiabatique.* — Cette modification, inverse de la dilatation adiabatique avec travail maximum, produit, pour une compression dv , et pour des raisons analogues, mais de sens contraire, à celles qui agissent pendant la dilatation, une augmentation totale d'intensité calorifique

$$dI = \left(\frac{1}{v} + \frac{R\gamma - 1}{\mathcal{C}v^2}\right) dv.$$

Cette augmentation d'intensité provient d'une part et automatiquement de la diminution de volume et d'autre part du travail subi, lequel produit une certaine quantité de chaleur qui, par hypothèse, ne s'échappe pas à l'extérieur et reste confinée dans le gaz.

III. — CHALEURS SPÉCIFIQUES DE L'HYDROGÈNE.

L'analyse précédente fait ressortir la complexité du phénomène de la variation de volume d'une masse gazeuse et les différences notables qui peuvent se présenter, suivant les cas, au point de vue des quantités de chaleur absorbées ou cédées pendant la modification considérée. Dans le cas d'une dilatation isothermique ou hétérothermique, ces quantités de chaleur varient avec la grandeur du travail produit. Dans le cas d'une dilatation adiabatique, la production d'une certaine quantité de travail fait varier, malgré l'absence de communication calorifique avec l'extérieur, la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse; une certaine quantité de chaleur se trouve en effet soutirée et transportée à l'extérieur sous forme de travail; il en résulte une diminution d'intensité calorifique qui s'ajoute à la diminution d'intensité provenant de la dilatation.

Nous rappellerons en outre que les dilatations non accompagnées de production de travail ne sont jamais, quelle que soit leur nature, des modifications réversibles, en sorte que la compression consécutive à la dilatation et ramenant le gaz au volume primitif ne le ramène pas au même état calorifique.

Toutes ces circonstances nous obligent à compléter les considérations théoriques développées dans notre précédent mémoire et au commencement de celui-ci. Nous nous occuperons d'abord de l'hydrogène, qui nous a servi de point de départ pour la définition et la mesure des intensités calorifiques.

Nous avons fait appel, pour l'établissement des formules thermométriques, à la notion des chaleurs spécifiques de l'hydrogène sous volume constant et sous pression constante et à la formule de Laplace qui utilise leur rapport regardé comme constant. Il importe d'abord de préciser leurs définitions et ensuite de chercher leurs valeurs mesurées à l'aide de la nouvelle unité de chaleur que nous proposons et que nous avons appelée l'*i-calor*.

Considérons donc l'unité de masse, c'est-à-dire 1 gramme d'hydrogène, et supposons qu'elle occupe le volume v sous la pression p et l'intensité calorifique I .

1° Chaleur spécifique sous volume constant. — Soit dq la quantité de chaleur qu'il faut fournir à cette unité de masse pour la faire pas-

ser de l'intensité I à l'intensité $I + dI$ sous le volume constant v ; le quotient

$$(21) \quad \frac{dq}{dI} = c$$

est par définition la chaleur spécifique de l'hydrogène sous le volume constant v et pour l'intensité I .

Cette chaleur spécifique c est donc en principe fonction du volume occupé par l'unité de masse d'hydrogène et de son intensité calorifique I , en sorte qu'on peut poser

$$(22) \quad c = \psi(v, I).$$

Nous nous proposons dès lors de trouver la forme de la fonction $\psi(v, I)$.

Nous rappellerons pour cela que d'après notre manière de voir, c'est-à-dire d'après la définition même de l'intensité calorifique, la quantité de chaleur Q *contenue* dans la masse gazeuse dans les conditions considérées a pour expression

$$Q = Iv.$$

En supposant que l'intensité devienne $I + dI$, le volume conservant la valeur constante v , la variation de chaleur contenue dans la même masse unité, et par conséquent la quantité de chaleur qu'il faut lui fournir a pour valeur

$$(23) \quad dQ = dq = v dI.$$

On tire de là

$$\frac{dq}{dI} = v,$$

et par conséquent

$$(24) \quad c = v.$$

Donc, la chaleur spécifique de l'hydrogène sous un volume constant donné est égale à ce volume lui-même et indépendante de l'intensité calorifique.

Il résulte d'ailleurs de la formule (23) intégrée entre les limites I_1 et I_2 que la quantité de chaleur q_1 qu'il faut fournir à l'unité de

masse d'hydrogène pour la faire passer de l'intensité I_1 à l'intensité I_2 sous le volume constant v est

$$(25) \quad q_1 = v (I_2 - I_1).$$

Cette quantité de chaleur est donc proportionnelle à la variation d'intensité calorifique.

Enfin, la formule (24)

$$(24) \quad c = v,$$

montre que la chaleur spécifique de l'hydrogène sous volume constant étant égale au volume occupé par l'unité de masse d'hydrogène est, comme celui-ci, variable suivant les conditions de pression auxquelles elle est soumise. Elle est donc loin de présenter ce caractère de constance avec la masse que l'on attribue par habitude aux chaleurs spécifiques. La chaleur, tout au moins en ce qui concerne l'hydrogène gazeux à l'état parfait, se présente comme une grandeur se répartissant dans le volume plutôt que dans la masse. C'est d'ailleurs là une conséquence immédiate et nécessaire de notre conception de l'intensité calorifique.

2° Chaleur spécifique de l'hydrogène sous pression constante. — Supposons maintenant que l'unité de masse d'hydrogène passe de l'intensité I à l'intensité $I + dI$ sous la pression constante p , son volume passant par conséquent de la valeur v à la valeur $v + dv$. Comme il faut pour cela lui fournir une certaine quantité de chaleur dQ , il semble très naturel, et par analogie avec le cas précédent, de dire que le quotient

$$\frac{dQ}{dI}$$

représente la chaleur spécifique de l'hydrogène sous la pression constante p .

Or ici les choses sont beaucoup moins simples que dans le cas qui vient d'être examiné. En effet, dans le cas de la constance du volume, la chaleur fournie à la masse gazeuse est exclusivement employée à l'augmentation d'intensité calorifique et reste tout entière dans cette masse après y avoir pénétré.

Au contraire, dans le cas de la constance de la pression et par conséquent de la variation du volume, les choses peuvent se passer de

plusieurs façons différentes qui ont été étudiées dans le paragraphe précédent. C'est ainsi que la dilatation hétérothermique ici envisagée peut se faire :

- 1° Sans travail produit ;
- 2° Avec production de travail maximum ;
- 3° Avec production de travail inférieur au maximum.

Les quantités de chaleur à fournir sont alors différentes suivant que la dilatation se fait suivant l'un de ces trois modes. Or, ainsi que nous l'avons vu, les deux derniers modes où il y a production de travail se distinguent du premier, qui est celui de la dilatation pure, par ce fait qu'une certaine quantité de la chaleur qui pénètre dans la masse gazeuse est utilisée pour la production du travail et que, par conséquent, elle ne fait pour ainsi dire que traverser cette masse sans s'y localiser. La masse gazeuse ne conserve réellement que la chaleur ayant servi à produire la dilatation hétérothermique pure.

Ces distinctions nécessaires et non encore faites jusqu'ici viennent donc compliquer la définition de la chaleur spécifique sous pression constante. Or, en raison de la variabilité de la quantité de chaleur nécessaire à la production de travail, en raison de ce fait que cette chaleur n'est pas conservée par le gaz, nous estimons qu'il ne faut faire entrer dans la définition de la chaleur spécifique sous pression constante que la quantité de chaleur nécessaire à la dilatation hétérothermique en dehors de tout travail produit, chaleur seule réellement absorbée et emmagasinée par la masse gazeuse.

En désignant par dQ cette quantité de chaleur correspondant à une augmentation d'intensité calorifique dI et à une augmentation de volume dv , le quotient $\frac{dQ}{dI}$ représente par définition la chaleur spécifique C sous la pression constante p , d'où l'égalité

$$(25) \quad \frac{dQ}{dI} = C.$$

La restriction que nous apportons dans la définition de la chaleur spécifique sous pression constante nous oblige à faire des précisions sur des choses antérieurement traitées.

En premier lieu, nous rappellerons que nous avons pris pour point de départ de l'établissement de nos formules thermométriques dans le mémoire déjà rappelé, le fait expérimentalement constaté de la constance du rapport entre la chaleur spécifique sous pression constante et la chaleur spécifique sous volume constant de l'hydro-

gène et la formule de Laplace qui en est la conséquence. Il reste donc entendu qu'il s'agit de la chaleur spécifique sous pression constante, telle que nous venons de la définir. Et, s'il importe de faire cette précision, c'est en raison de la forme à donner aux expériences nouvelles qui pourront être faites en vue de vérifier plus rigoureusement encore l'exactitude ou la non-exactitude de ce fait fondamental.

On sait en effet, d'après la formule de Reech, que le rapport des deux chaleurs spécifiques d'un gaz est égal au quotient du coefficient de détente adiabatique et du coefficient de détente isothermique de ce gaz, le coefficient de détente d'un gaz dans une circonstance déterminée étant la valeur que prend pour cette circonstance le rapport $-\frac{dp}{dv}$. La recherche du rapport $\frac{C}{c}$ exige donc la mesure de ce coefficient de détente dans une modification adiabatique produisant une variation de volume dv et dans une modification isothermique produisant la même variation de volume. Or, pour que les mesures se fassent dans les conditions conformes à nos définitions, il est indispensable que la modification adiabatique imposée à la masse gazeuse soit une dilatation pure sans aucun travail fourni, toute autre forme de modification pouvant nous induire en erreur. L'erreur occasionnée par la non-observation de cette règle peut sans doute n'être pas considérable en raison de la petitesse du travail correspondant à une faible variation de volume, et c'est peut-être à cause de cela que les expériences de Maneuvrier exécutées sans cette précaution spéciale ont donné des résultats si concordants. Mais enfin, comme il s'agit de vérifier un fait qui, dans la théorie présente, a une si grande importance, il est indispensable de faire les mesures dans les conditions exactes où elles doivent être faites.

La seconde chose sur laquelle nous devons appeler l'attention à propos de notre définition de la chaleur spécifique sous pression constante est la méthode de mesure des intensités calorifiques que nous avons indiquée comme étant la conséquence même de la définition donnée par nous de ces intensités, et dans laquelle nous avons utilisé la formule de Laplace ci-dessus rappelée

$$pv^\gamma = C^{\text{te}}.$$

Nous avons dit en effet que le thermomètre à hydrogène employé, pris dans un état initial déterminé, pouvait être supposé mis en équilibre thermique avec le système dont on cherche la température

à l'aide d'une modification adiabatique. Dans ces conditions, la variation de l'intensité calorifique se déduit de la variation de son volume.

Or, d'après tout ce qui précède, ceci ne peut être considéré comme vrai, et les calculs effectués ne peuvent correspondre à la réalité que si la modification adiabatique effectuée est une dilatation pure indépendante de toute production de travail. Nous sommes donc obligé d'apporter un léger correctif à notre premier exposé, dans lequel cette distinction n'avait pas été faite et où nous avons admis que l'équilibre thermique du thermomètre avec le système pouvait être réalisé, suivant les cas, par une dilatation ou par une compression adiabatiques. Nous devons préciser que *cet équilibre hypothétique doit toujours être réalisé par une dilatation adiabatique sans travail concomitant*. Une telle manière de procéder est d'ailleurs toujours possible; il suffit pour cela : 1° d'adopter un dispositif empêchant toute production de travail par le gaz du thermomètre; 2° de prendre celui-ci dans un état initial de température assez bas pour qu'il soit au-dessous de celui du système à étudier, ce qui est évidemment toujours possible.

Moyennant cette correction qui s'impose à notre premier travail, les considérations et les calculs subséquents subsistent dans leur entier ainsi que les résultats auxquels ils ont conduit.

Cela étant dit, la chaleur spécifique C de l'hydrogène sous pression constante à partir du volume v a pour valeur

$$C = \gamma c,$$

et comme d'après ce qui précède

$$c = v,$$

il en résulte

$$(26) \quad C = \gamma v.$$

On obtient le même résultat en calculant, d'après la formule

$$Q = Iv,$$

la quantité de chaleur dQ à fournir à la masse gazeuse pour une élévation d'intensité dI et une augmentation de volume dv , la pression restant la même. On a en effet

$$dQ = v dI + I dv,$$

Or nous avons déjà montré dans notre premier Mémoire que, en tenant compte de la formule thermométrique

$$v = v_0 \frac{I^{\gamma-1}}{I_0^{\gamma-1}},$$

qui correspond à une pression constante, on obtient, tous calculs faits,

$$(27) \quad dQ = \gamma v dI,$$

d'où

$$\frac{dQ}{dI} = C = \gamma c.$$

Il est intéressant maintenant de calculer la quantité de chaleur q_2 qu'il faut fournir à l'unité de masse d'hydrogène pour la faire passer de l'intensité I_1 à l'intensité I_2 sous la pression constante p à partir du volume initial v . Il suffit pour cela de remplacer dans la formule (27) v par sa valeur

$$v = v_0 \frac{I^{\gamma-1}}{I_0^{\gamma-1}},$$

et d'intégrer entre les limites I_1 et I_2 . On trouve ainsi

$$(28) \quad q_2 = \frac{v_0}{I_0^{\gamma-1}} (I_2^{\gamma} - I_1^{\gamma}).$$

On voit par là que cette quantité de chaleur n'est pas, comme la quantité q_1 qu'il fallait fournir à volume constant, proportionnelle à la variation d'intensité calorifique $I_2 - I_1$. Cette quantité de chaleur q_2 est proportionnelle à la différence

$$I_2^{\gamma} - I_1^{\gamma}.$$

On obtient encore le même résultat en partant de la formule générale

$$Q = Iv,$$

qui donne pour les intensités I_1 et I_2 correspondant aux volumes v_1 et v_2 :

$$Q_1 = I_1 v_1,$$

$$Q_2 = I_2 v_2,$$

d'où par différence

$$Q_2 - Q_1 = q_2 = I_2 v_2 - I_1 v_1;$$

et comme

$$v_2 = v_0 \frac{I_2^{\gamma-1}}{I_0^{\gamma-1}},$$

$$v_1 = v_0 \frac{I_1^{\gamma-1}}{I_0^{\gamma-1}},$$

il en résulte finalement

$$q_2 = \frac{v_0}{I_0^{\gamma-1}}, (I_2^{\gamma} - I_1^{\gamma}).$$

3° Valeurs numériques des chaleurs spécifiques de l'hydrogène.

— Les chaleurs spécifiques de l'hydrogène soit à volume constant, soit sous pression constante, sont, d'après ce qui précède, éminemment variables. Si donc on veut trouver leurs valeurs numériques, il faut préciser les conditions de température et de pression sous lesquelles on considère cette unité de masse.

Néanmoins, quelles que soient ces conditions, les résultats obtenus se présentent, dans leur variabilité, sous une forme d'énoncé très simple :

1° *Sous une intensité calorifique et une pression déterminées, la chaleur spécifique de l'hydrogène sous volume constant est égale au volume occupé par l'unité de masse, c'est-à-dire par le gramme d'hydrogène, à cette intensité et à cette pression ;*

2° *Dans les mêmes conditions, la chaleur spécifique sous pression constante est égale au produit de ce volume par le nombre $\gamma = 1,412$.*

Nous rappellerons que les nombres obtenus représentent les mesures de ces chaleurs spécifiques obtenues en prenant comme unité l'i-calor, c'est-à-dire la quantité de chaleur contenue dans un centimètre cube d'hydrogène à la température de la glace fondante et sous la pression de 760 millimètres.

Il suit immédiatement de là que les volumes à évaluer doivent être exprimés en centimètres cubes.

Cherchons, par exemple, la chaleur spécifique de l'hydrogène sous volume constant pour la température de la glace fondante et sous la pression de 760 millimètres de mercure. Le volume occupé par 1 gramme d'hydrogène dans ces conditions de température et de pression, est

$$v = \frac{1}{0,001293 \times 0,0692}.$$

On trouve ainsi approximativement

$$v = c = 11.177.$$

La valeur considérable du nombre trouvé prouve qu'il y a avantage à introduire une nouvelle unité de chaleur qui soit un multiple de l'ancienne. Par conséquent, de même que l'on a fait usage jusqu'ici de la petite et de la grande calorie, nous adjoindrons à l'*i-calor* préalablement défini la quantité de chaleur contenue dans un décimètre cube à la température de la glace fondante et sous la pression de 760 millimètres. Nous donnerons le nom de *I-calor* à cette nouvelle unité qui est 1.000 fois plus grande que la première, et nous la désignerons symboliquement par I_c , la première étant représentée par i_c . Nous avons donc ainsi

$$I_c = 1.000 i_c.$$

La chaleur spécifique calculée de l'hydrogène sera alors soit

$$c = 11.177 i_c,$$

soit

$$c = 11^{I_c}, 177.$$

Quant à la valeur spécifique C de l'hydrogène sous pression constante dans les mêmes conditions, elle est

$$c = 11.117 \times 1.412 = 15.781.$$

IV. — CHALEURS SPÉCIFIQUES DES GAZ AUTRES QUE L'HYDROGÈNE.

En considérant des gaz parfaits autres que l'hydrogène et en prenant comme terme de comparaison la quantité de chaleur contenue

dans un centimètre cube ou dans un décimètre cube de chacun d'eux, nous aurions obtenu des résultats analogues à ceux qui viennent d'être trouvés pour l'hydrogène.

Or il est impossible d'avoir autant d'unités de chaleur qu'il y a de gaz à étudier; et ce qu'il importe de faire maintenant, c'est d'établir les relations qui existent entre ces diverses unités de chaleur, de façon à n'avoir qu'une seule unité qui est alors soit l*i*-calor, soit le I-calor. C'est sous une autre forme le problème de la recherche des chaleurs spécifiques des gaz et leur expression à l'aide de nos nouvelles unités.

La question n'est pas sans présenter une difficulté assez grande, car la comparaison directe des quantités de chaleur contenues dans des volumes égaux de deux gaz semble exiger des procédés expérimentaux de réalisation peu commode. Pour la résoudre, nous procéderons indirectement en utilisant les résultats obtenus dans la recherche des chaleurs spécifiques des gaz par les méthodes jusqu'ici employées. Bien qu'il y ait une grande différence de principe entre les théories courantes et la théorie normale que nous proposons, et que par suite les méthodes basées sur ces deux théories ne soient pas comparables, il y a cependant certains résultats assez nets fournis par les anciennes méthodes permettant leur adaptation aux nouvelles.

C'est ainsi qu'en prenant les chaleurs spécifiques des différents gaz telles qu'elles ont été exprimées en calories, nous pouvons dresser le tableau suivant, dans lequel la première colonne de nombres contient les chaleurs spécifiques, tandis que la seconde contient les densités par rapport à l'air :

Gaz	C	D
Air	0,2375	1,00
Oxygène	0,2175	1,4056
Azote	0,2438	0,972
Hydrogène	3,4090	0,0692
Chlore	0,1210	2,485
Acide carbonique	0,2469	1,529
Oxyde de carbone	0,2370	0,967
Protoxyde d'azote	0,2262	1,527
Bioxyde d'azote	0,2317	1,039
Gaz des marais	0,5930	0,559
Acide sulfureux	0,1544	2,264

A la simple inspection de ce tableau, on constate que la chaleur spécifique d'un gaz est d'autant plus élevée que sa densité est plus

faible et que l'ordre de grandeur des chaleurs spécifiques est exactement l'ordre inverse de celui des densités. En poussant plus loin l'analyse, on peut vérifier que *les chaleurs spécifiques sont sensiblement en raison inverse des densités*, en sorte que le produit de la chaleur spécifique d'un gaz par sa densité est sensiblement le même pour les divers gaz.

Pour interpréter plus commodément ce résultat, on peut vérifier que les chaleurs spécifiques des gaz suivent une loi analogue à celle de Dulong et Petit pour les chaleurs spécifiques des corps solides et des liquides.

Le produit de la chaleur spécifique d'un gaz par son poids atomique est sensiblement constant, ainsi qu'on le constate par le tableau suivant où ne figurent, il est vrai, que trois gaz simples :

Hydrogène.....	3,4090
Oxygène.....	3,4800
Azote.....	3,4132

Ce second énoncé découle d'ailleurs immédiatement du précédent. En effet, les poids atomiques des gaz étant proportionnels à leurs densités, les chaleurs spécifiques des gaz doivent être inversement proportionnelles à leurs poids atomiques comme elles le sont à leurs densités.

Or le produit de la chaleur spécifique d'un gaz par son poids atomique représente la chaleur de la masse gazeuse contenue dans l'unité de volume du gaz. Par conséquent la constance du produit de la chaleur spécifique d'un gaz par son poids atomique entraîne l'interprétation suivante :

A égalité de volume, les gaz ont la même chaleur spécifique.

On peut d'ailleurs vérifier directement cette constance des chaleurs spécifiques rapportées à l'unité de volume en les exprimant en fonction de celles de l'air prise pour unité. On trouve pour l'oxygène et l'hydrogène

Air.....	1,0000
Oxygène.....	1,0126
Hydrogène.....	0,9971

Pour le chlore et la vapeur de brome, on trouve les nombres plus élevés

Chlore.....	1,2484
Vapeur de brome.....	1,2800

On semble donc se trouver en présence d'une loi qui est, pour ainsi dire, comme les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, une loi théorique s'appliquant aux gaz éloignés de leur point de liquéfaction et dits pour cette raison gaz parfaits.

Dans ces conditions, tout ce qui a été dit jusqu'ici pour l'hydrogène s'applique identiquement aux autres gaz, sous la seule réserve d'un éloignement suffisant de leur température critique de liquéfaction.

V. — ÉNERGIE D'UNE MASSE GAZEUSE.

VARIATION D'ÉNERGIE CORRESPONDANT À UNE MODIFICATION ÉLÉMENTAIRE OU FINIE.

L'énergie d'un système pris dans un état défini est la capacité pour ce système de produire du travail. Cette capacité dépend de l'état du corps et varie avec lui. Si l'on peut exprimer cette dépendance sous la forme d'une fonction des variables qui définissent l'état du système, la valeur numérique que prendra cette fonction pour des valeurs déterminées de ces variables pourra être regardée comme la mesure de l'énergie du système dans l'état correspondant.

On sait que l'énergie d'un système est en général comme considérée définie à une constante près; cela revient à dire qu'on a la possibilité de déterminer les variations de l'énergie plutôt que cette énergie elle-même.

En ce qui concerne les gaz, leur état à un instant donné est défini par deux variables, par exemple par leur volume et leur intensité calorifique. Nous nous proposons de chercher les variations d'énergie correspondant aux variations de ces deux variables. Nous rechercherons ensuite s'il est possible de trouver l'expression même de cette énergie avec ou sans constante.

Variation de l'énergie d'une masse gazeuse. — Nous rappellerons que, d'une manière générale, on a par définition, en désignant par dU la différentielle de l'énergie,

$$(29) \quad dU = \mathcal{E}dQ - dW,$$

en désignant par dQ la différentielle de la chaleur cédée au système et par dW la différentielle du travail effectué par lui pendant la modification élémentaire considérée.

Nous n'avons dès lors qu'à nous reporter aux cas déjà étudiés et aux valeurs trouvées de dQ et de dW .

1°. *Dilatation isothermique sans travail effectué.* — Nous avons vu qu'on a dans ce cas

$$dQ = \mathcal{E} Idv.$$

Comme d'ailleurs ici

$$dW = 0,$$

la formule générale (29) nous donne

$$dU = \mathcal{E} Idv$$

ou

$$(30) \quad dU = \mathcal{E} d(Iv),$$

à cause de $I = C^{\text{te}}$.

Il en résulte pour une variation finie

$$\Delta U = \mathcal{E} \Delta(Iv),$$

ou

$$(31) \quad \begin{aligned} U_2 - U_1 &= \mathcal{E} \{ (Iv)_2 - (Iv)_1 \} \\ U_2 - U_1 &= \mathcal{E} I (v_2 - v_1). \end{aligned}$$

2° *Dilatation isothermique avec travail effectué maximum ou non.* — Dans ce cas, la chaleur totale fournie dQ se compose, d'après les explications données plus haut, de deux parties, dq_1 et dq_2 , dont la première ayant pour valeur

$$dq_1 = Idv$$

sert à produire la dilatation, tandis que la seconde

$$dq_2 = \frac{dW}{\mathcal{E}}$$

sert à la production du travail.

La formule générale (29) devient donc

$$\begin{aligned} dU &= \mathcal{E} dq_1 + \mathcal{E} dq_2 - dW \\ &= \mathcal{E} Idv + dW - dW, \end{aligned}$$

c'est-à-dire

$$(32) \quad dU = \mathcal{E} Idv = \mathcal{E} d(Iv).$$

3° *Dilatation hétérothermique sans travail effectué.* — Nous avons trouvé

$$dQ = Idv + vdI = d(Iv),$$

d'où, à cause de $dW = 0$,

$$(33) \quad dU = \mathcal{E} d(Iv).$$

4° *Dilatation hétérothermique avec travail maximum ou non.* — Comme dans la dilatation isothermique, la chaleur fournie dQ comprend deux parties, dont la première

$$dq_1 = Idv + vdI$$

sert à la dilatation hétérothermique proprement dite et dont la seconde

$$dq_2 = \frac{dW}{\mathcal{E}}$$

sert à la production du travail.

On a donc ainsi d'après la formule générale

$$\begin{aligned} dU &= \mathcal{E}(dq_1 + dq_2) - dW \\ &= \mathcal{E}(Idv + vdI) + dW - dW, \end{aligned}$$

c'est-à-dire

$$dU = \mathcal{E}(Idv + vdI)$$

ou enfin

$$(34) \quad dU = \mathcal{E} d(Iv).$$

5° *Dilatation adiabatique sans travail effectué.* — Dans ce cas on a à la fois

$$dQ = 0, \quad dW = 0,$$

Il en résulte

$$dU = 0.$$

Or nous savons que

$$Q = Iv;$$

par conséquent

$$dQ = d(Iv) = 0.$$

On peut donc encore écrire

$$(35) \quad dU = \mathcal{E}d(Iv).$$

Comme, dans ce cas, on a

$$d(Iv) = dQ = 0,$$

il en résulte

$$dU = 0.$$

Donc, quand un gaz se dilate adiabatiquement sans effectuer aucun travail, son énergie interne reste constante.

6° *Dilatation adiabatique avec travail effectué maximum ou non.*
— La chaleur fournie dQ étant nulle, la formule générale (29) se réduit ici à

$$(36) \quad dU = -dW.$$

Or l'analyse de la modification nous a montré que, malgré l'absence de toute communication calorifique avec l'extérieur, la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse ne reste pas constante comme dans le cas précédent de la dilatation adiabatique pure. Le travail à produire dW exige une quantité de chaleur dq qui, dans le cas présent, est empruntée à la masse gazeuse elle-même et dont la valeur est

$$(37) \quad dq = \frac{dW}{\mathcal{E}}.$$

Or cette perte de chaleur par travail produit une diminution dI_2 d'intensité calorifique, ayant pour expression

$$(38) \quad dI_2 = -\frac{dq}{v},$$

qui s'ajoute à la diminution dI_2 d'intensité calorifique produite par la dilatation pure, en sorte que la diminution totale d'intensité calorifique est

$$dI = dI_1 + dI_2.$$

Cela étant, la combinaison des formules (36), (37) et (38) nous donne

$$dU = C v dI_2.$$

D'autre part, on a

$$\begin{aligned} d(Iv) &= I dv + v dI \\ &= I dv + v (dI_1 + dI_2). \end{aligned}$$

Mais, par le fait de la dilatation adiabatique, on a

$$I dv + v dI_1 = 0.$$

Il reste donc

$$d(Iv) = v dI_2.$$

Par conséquent la valeur de dU peut s'écrire

$$(39) \quad dU = C d(Iv).$$

— Il resterait à étudier les cas de compression; mais, comme ils sont les inverses des cas de dilatation avec production de travail, les calculs sont analogues et conduisent, comme dans les cas précédents, à la formule

$$(40) \quad dU = C d(Iv),$$

qui est dès lors absolument générale.

Énergie d'une masse gazeuse. — De la formule

$$dU = \mathcal{E}d(Iv),$$

on tire, en intégrant entre deux états 1 et 2,

$$U_2 - U_1 = \mathcal{E} \{ (Iv)_2 - (Iv)_1 \},$$

ou, en prenant simplement l'intégrale indéfinie,

$$U = \mathcal{E}Iv + C.$$

Pour déterminer la valeur de la constante, on remarquera que, soit pour $I = 0$, soit pour $v = 0$, l'énergie est manifestement nulle. L'introduction de l'une ou l'autre de ces deux hypothèses dans la formule précédente nous donne

$$C = 0.$$

Il en résulte

$$(41) \quad U = \mathcal{E}Iv,$$

formule qui résout complètement et sans indétermination aucune le problème proposé.

Nous rappellerons que nous avons donné au produit Iv le nom de *puissance calorifique* de la masse gazeuse considérée⁽¹⁾. On voit que ce produit représente à un facteur près l'énergie de cette masse, qui se trouve ainsi exprimée de la façon la plus simple et la plus claire à la fois en fonction des deux variables I et v qui définissent l'état d'une masse gazeuse, et desquelles dépend la tension de celle-ci. Or la tension d'une masse gazeuse est essentiellement l'élément producteur de travail et par conséquent celui sous lequel se manifeste ce qu'on est convenu d'appeler l'énergie.

Cette puissance énergétique se révèle dans toute sa pureté lorsque le gaz se dilate adiabatiquement à l'encontre d'une pression extérieure. Il agit alors, on peut le dire, par ses propres moyens; mais la production de travail diminue cette énergie, tandis que, dans la dilatation adiabatique pure sans production de travail, l'énergie reste constante. Dans les autres cas où la dilatation, au lieu d'être

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, 1910, nos 4-5-6, p. 169.

adiabatique, est isothermique ou hétérothermique, on peut dire que le gaz ne travaille pas en vertu de son énergie propre. Le travail est, en dentère analyse, produit par la chaleur extérieure qui, sans travailler directement, opère par l'intermédiaire du gaz, dans lequel l'énergie calorifique se trouve transformée en énergie de tension. Cet apport de chaleur, en quantité suffisante ou surabondante, permet à la masse gazeuse de conserver ou d'accroître son énergie intrinsèque et d'en faire une réserve lui permettant de continuer le travail au cas où la chaleur extérieure viendrait à faire défaut.

Dans tous les cas, nous avons à chaque instant l'expression exacte de cette énergie gazeuse.

VI. — ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE L'I-CALOR.

Il nous reste, pour terminer cette étude, à chercher la valeur de l'équivalent mécanique $\mathcal{C}$ de l'i-calor, dont nous avons fait usage dans les considérations précédentes.

Nous le comparerons pour cela à l'équivalent mécanique E de la petite calorie, pour lequel nous adopterons la valeur

$$E = 427 \text{ grammes-mètre,}$$

qui est la valeur moyenne fournie par les diverses expériences relatives à sa mesure.

Bien qu'il n'y ait pas proportionnalité entre les intensités calorifiques et les températures proprement dites, nous pouvons admettre sans erreur sensible que cette proportionnalité existe dans le faible intervalle correspondant à une variation d'une intensité calorifique centigrade comptée à partir du point de fusion de la glace.

Nous rappellerons d'abord que l'équivalent mécanique de la calorie est le travail correspondant à la quantité de chaleur capable de porter un gramme d'eau de 0° à 1° de température centigrade, tandis que l'équivalent mécanique de l'i-calor est le travail correspondant à la quantité de chaleur capable d'augmenter d'une unité centigrade l'intensité calorifique contenue dans un centimètre cube d'hydrogène pris au point de fusion de la glace sous la pression de 760 millimètres.

Il importe d'abord de remarquer que l'élévation de température de 0° à 1° ne correspond pas à une augmentation d'une unité dans l'intensité calorifique. Nous devons donc d'abord rechercher de combien

augmente l'intensité calorifique quand la température s'élève de 1°.

Nous utiliserons pour cela la formule démontrée par nous (1)

$$I = (\alpha T)^{\frac{1}{2-1}} = \left(\frac{T}{273}\right)^{\frac{1}{0,412}},$$

qui établit la relation entre les intensités calorifiques absolues et les températures absolues. La température absolue T , qui correspond à une température de 1° centigrade, est $T = 274$: donc

$$I_1 = \left(\frac{274}{273}\right)^{\frac{1}{0,412}} = 1,0089.$$

Pour déduire l'intensité calorifique centigrade correspondante i_1 , il faut faire usage de la formule (2)

$$I = 1 + \frac{i}{88,483}.$$

On trouve ainsi

$$i_1 = 0,0089 \times 88,483$$

ou

$$i_1 = 0,785.$$

Cela étant, nous prendrons comme point de départ de notre calcul la chaleur spécifique sous pression constante de l'hydrogène évaluée en calories. Cette chaleur a pour valeur

$$3^e,409$$

et correspond à un travail

$$E \times 3,409 = 427 \times 3,409.$$

D'autre part, la chaleur spécifique de l'hydrogène évaluée en i-calors est :

$$15.781^{ie}.$$

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, année 1910, n° 4-5-6, p. 166.

(2) *Bulletin de la Société Philomathique*, même numéro, p. 165.

Mais cette quantité de chaleur correspond à une intensité calorifique égale à 1, laquelle dépasse la température de 1° centigrade prise comme point de repère dans la mesure des calories des chaleurs spécifiques. Comme, d'après ce qui précède, l'intensité calorifique correspondant à 1° centigrade est 0,785, la chaleur cédée pour cette intensité à 1 gramme d'hydrogène est

$$15.781 \times 0,785,$$

laquelle correspond à un travail mécanique égal à

$$C \times 15.781 \times 0,785.$$

Les travaux mécaniques évalués de ces deux façons étant manifestement équivalents, on a, pour déterminer C, l'égalité

$$C \times 15.781 \times 0,785 = 427 \times 3,409,$$

d'où l'on tire

$$C = 0^{\text{m}}, 1175,$$

c'est-à-dire en chiffres ronds environ 1 décigrammètre.

Il en résulte pour l'équivalent mécanique de l'i-calor :

$$1175^{\text{m}}, 5.$$

Rapport de l'i-calor à la calorie. — Il est intéressant, pour terminer, de chercher le rapport de la nouvelle unité de chaleur, que nous désignons sous le nom d'i-calor, à l'unité ancienne appelée calorie.

Ce rapport se trouve aisément en remarquant que, d'après le calcul précédent, la quantité de chaleur cédée à la même masse d'hydrogène s'exprime en i-calors par le nombre

$$15.781 \times 0,785$$

et en calories par le nombre

$$3,409.$$

Le rapport cherché est donc

$$\frac{3,409}{15.781 \times 0,785} = 0,000275.$$

Par suite, le rapport de l'I-calor à la calorie est égal à

$$0,275,$$

c'est-dire à $\frac{1}{4}$ environ.

Telles sont les principales applications de la théorie nouvelle à la calorimétrie et à la thermodynamique des gaz. Cette théorie élucide, comme on le voit, un certain nombre de points restés jusqu'ici obscurs ou mal interprétés et fournit des résultats remarquables par leur clarté et leur simplicité. Tous ces résultats sont d'ailleurs absolument rigoureux *sous le bénéfice de la constance du rapport $\frac{C}{c}$* .

ERRATA

Nous devons signaler dans notre mémoire *sur la définition et la mesure des températures par les intensités calorifiques*, dont celui-ci est la continuation ⁽¹⁾, quelques erreurs typographiques qui n'ont pas été rectifiées. Deux surtout sont importantes et doivent être relevées pour l'exactitude de l'exposition.

C'est ainsi que, page 159 à la dernière ligne, on lit

$$v = \frac{m}{n} = v_0,$$

et page 160 à la quatrième ligne

$$I = \frac{n}{m} = I_0.$$

Il faut lire à la place

$$v = \frac{m}{n} v_0,$$

$$I = \frac{n}{m} I_0.$$

Les autres erreurs auront été facilement corrigées par le lecteur.

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, année 1910, n°s 4-5-6.

CATALOGUE DES OISEAUX DE LA COLLECTION MARMOTTAN DU MUSÉUM
D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS,

Par A. MENEGAUX.

En présentant aux ornithologistes le catalogue des spécimens au nombre de 4.000 rassemblés par le D^r H. Marmottan et qui constituent la collection si connue des *Oiseaux d'Europe* exposée dans les Galeries du Muséum, il est bon de faire remarquer que M. Marmottan a suivi pour le classement l'ouvrage de Degland et Gerbe et en a accepté les dénominations dans son catalogue. Je n'ai donc pas voulu me soustraire à l'obligation de suivre ici cette classification, quoique le rangement dans les galeries n'y soit pas toujours conforme.

M. Marmottan a eu soin de réunir le plus de renseignements possible et ceux-ci sont toujours donnés avec la plus entière certitude : âge, sexe, localité, date de la capture. J'insiste sur ce fait que le sexe a toujours été déterminé anatomiquement, puisque le D^r Marmottan a eu en chair tous les oiseaux qui constituent sa si intéressante collection. Presque tous ont été montés par un excellent taxidermiste bien connu, M. Pierre Petit, qui collabora ainsi environ trente ans avec M. Marmottan.

Pour faciliter le maniement du catalogue que je publie, j'ai commencé par donner pour chaque espèce le nom le plus ancien, le seul qui actuellement, d'après les lois de la Nomenclature zoologique, puisse servir à la désigner, avec les quelques rectifications qu'y ont introduites les maîtres actuels de l'Ornithologie. J'ai indiqué ensuite le nom inscrit sur les étiquettes lors du rangement fait par M. Oustalet en 1889 aux Galeries (*Mus. P.*) quand il diffère de ce premier, puis les divers noms français, en mettant en relief celui qui est le plus souvent employé; enfin, j'ai terminé par l'indication du nom utilisé dans le catalogue manuscrit de la Collection (*Cat. Marm.*) qui est conservé au laboratoire d'Ornithologie. En outre, pour mes confrères, qui n'ont pas toujours une bibliothèque ornithologique complète à leur disposition, j'ai indiqué les noms adoptés jadis dans les ouvrages fondamentaux de l'Ornithologie et dans les principales faunes locales françaises ou européennes et dont

la connaissance est indispensable pour consulter ces ouvrages avec fruit. Dans beaucoup de Musées, les spécimens étant rangés d'après le *Handlist of Birds* de Gray, j'ai jugé utile d'indiquer les noms qu'a employés cet auteur quand ils diffèrent de ceux adoptés actuellement. J'ai fait de même pour le *Handlist of Birds* plus récent de Sharpe.

La collection que j'étudie est d'autant plus précieuse que par suite de l'application étroite et rigoureuse de la loi de 1844, il est maintenant impossible de se procurer des spécimens des diverses régions de la France. Jadis on admettait que les oiseaux étaient propriété de la Science avant d'être propriété de la collectivité. C'est pourquoi les ornithologistes étaient assez estimés pour qu'on leur accordât, après enquête et par faveur spéciale, l'autorisation de chasser les petits oiseaux en temps prohibé. L'ornithologiste n'est ni un ennemi acharné, ni un ennemi dangereux des oiseaux. Il est certes beaucoup moins à craindre pour eux que le chasseur, puisqu'il sait et qu'il veut borner ses récoltes aux espèces qu'il désire étudier ou renouveler dans sa collection, et qu'il laisse de côté la foule des autres qu'il possède déjà en nombre suffisant.

D'ailleurs, les quelques spécimens que prélèveraient ces amateurs ne peuvent certainement pas influencer sur la rareté ou la fréquence des individus, ainsi que sur la disparition d'une espèce. Il ne serait donc que juste de cesser de confondre le collectionneur d'oiseaux avec les braconniers et les malfaiteurs.

On se rend compte qu'il ne sera possible de faire une géographie ornithologique de la France que lorsqu'on possédera des catalogues détaillés. Actuellement nous avons très peu de données sur les diverses formes ou variétés qui vivent dans notre pays et beaucoup de travaux qui les concernent ont été publiés dans leur langue par des savants étrangers, car les études de morphologie et de faunistique des Vertébrés ont été délaissées en France pour les recherches de laboratoire sur l'anatomie et la physiologie des animaux inférieurs. Sans se rendre compte que la solution de nombreuses questions dépend uniquement de la morphologie, on est souvent tenté de considérer cette sorte de recherches comme un amusement, un sport particulier, dont l'importance scientifique est incertaine et auquel se livrent des confrères d'une mentalité qu'on a tendance à regarder comme différente, sinon comme un peu inférieure. Et pourtant n'est-ce pas dans la patrie des Brisson, des Buffon, des Lamarck, des deux Cuvier (Georges et Frédéric), des deux Geoffroy Saint-Hilaire (Etienne et Isidore), des Bernard, des de Jussieu, des Lacépède, des Latreille, des Duméril, et de tant d'autres, que ces études comparatives d'histoire naturelle

descriptive devraient être en honneur. N'est-ce pas la morphologie qui donne à toute observation anatomique ou physiologique son meilleur caractère d'authenticité ?

Mais le champ de l'ornithologie est immense. Cette science n'a pas pour but uniquement l'étude morphologique des 18.000 espèces qui constituent le monde des oiseaux, elle comprend encore l'étude de tout ce qui a rapport à l'oiseau : changements de plumage, nourriture, mœurs, chant, nidification, ponte, élevage et éducation des jeunes, psychologie, hybridation, structure interne, sans laisser de côté l'éducabilité comparée des diverses espèces, de leur intelligence, des migrations et du sens de l'orientation, etc.

C'est l'étude des formes locales qui nous permettra peut-être d'élucider, dans un avenir plus ou moins éloigné, l'influence des conditions climatiques et de la nourriture sur ces organismes vivants, de préciser les limites de la variation qu'elles peuvent amener, et l'importance de la lutte entre l'adaptation et l'hérédité. Aussi chaque détail a-t-il son importance. Rien ne doit être laissé de côté.

C'est dans la catégorie des espèces dites fixes, plus ou moins mobiles, qui dans l'arrière-saison et en hiver exécutent de petites promenades dans les plaines en passant de la montagne à la plaine, comme les Pics, qu'on trouvera les formes locales les plus intéressantes au point de vue morphologique et au point de vue biologique. Cette étude de la variabilité des espèces nous permettra non seulement de déterminer leur degré de tendance vers les formes méridionales, mais encore de découvrir quelles sont les circonstances qui commandent le nombre des espèces et des individus sous les diverses régions ou sous-régions fauniques.

Étant données sa situation géographique, et la diversité de nos climats, la France paraît être très propice à de pareilles études. Avec ses forêts, son relief, ses nombreux cours d'eau, son étendue, elle offre, pour les oiseaux, des conditions modificatrices multiples, des milieux d'adaptation excessivement variées et des attractions très différentes correspondant aux exigences de nombreuses espèces. Les Alpes et les Pyrénées, qui la limitent au sud-est et au sud, avec leurs champs de neige et leurs glaces éternelles dont l'influence réfrigérante se fait sentir dans les vallées avoisinantes, nourrissent dans leurs forêts, sur leurs rochers et leurs hauts sommets des espèces spéciales.

Toutes les formes sédentaires dans la Provence et le Languedoc sont-elles absolument identiques à celles du Nord ? Il y aurait aussi

lieu d'étudier avec soin les oiseaux des belles forêts du Jura et des Vosges, ceux du Plateau Central et des Cévennes. Le long développement des côtes, avec des relais à la baie de Somme (au Crotoy), à celle de la Seine, à la baie d'Arcachon, permet le voyage à de nombreux oiseaux aquatiques. A ce point de vue la vallée du Rhône est des plus intéressantes. C'est elle qui offre aux migrateurs venant de la plaine suisse et de la vallée de la Saône une route pour se rendre dans le sud, avec relai dans la Camargue et les étangs voisins.

« ... C'est par ladite plaine suisse que se fait le plus grand passage de nos oiseaux migrateurs, et cette large route, si bien orientée et arrosée, qui gagne le midi sans traverser les Alpes, est beaucoup plus fréquentée que celles plus difficiles et accidentées qui conduisent directement et indirectement vers le sud et le sud-ouest par les cols souvent très élevés. Du rétrécissement de ce vaste entonnoir vers le sud-ouest du Léman, il résulte naturellement que les environs de Genève sont, de tout le pays, le lieu où l'on compte le plus d'espèces. » (FATIO.)

Ainsi des oiseaux marqués (bagnés) à l'observatoire ornithologique de Rossitten sont venus se faire tuer à Lyon, d'autres dans la Camargue. Il y a donc là, pour les oiseaux de l'Europe occidentale, un point de convergence, dont l'étude méthodique serait du plus haut intérêt, au point de vue des migrations et où l'établissement d'un observatoire ornithologique serait tout indiqué. Pour cette question, on pourra consulter avec fruit le catalogue de la collection Marmottan, car une partie des récoltes a été faite dans la Camargue et ses environs.

L'Ornithologie touche aussi à de nombreuses questions pratiques d'ordre matériel. On n'a jamais recherché si les migrateurs ne nous rapportaient pas, au retour, des germes de diverses maladies. Nous ne sommes pas encore fixés, d'une façon certaine, suivant les époques de l'année, sur le degré d'utilité et des nuisibilité des diverses espèces pour l'agriculture, la sylviculture et l'horticulture. Il serait nécessaire de bien faire comprendre aux populations rurales le rôle de l'Oiseau dans la nature, de leur apprendre à régler leur conduite vis-à-vis de lui, et il faudrait leur faire voir que c'est leur intérêt direct de soutenir toutes les mesures générales de protection.

Malheureusement, à l'inverse de l'étranger, l'Ornithologie n'a suscité en France, faute de direction, ni les bonnes volontés individuelles, ni les encouragements administratifs qu'elle mérite. Aucun lien n'y existait entre les amateurs de cette belle science, et ils n'avaient à leur disposition aucun périodique pour recevoir leurs tra-

vaux originaux. C'est pour combler cette lacune, c'est pour coordonner les efforts et grouper les ornithologistes français, afin de donner à leurs travaux la plus large publicité possible, sans oublier l'étude des problèmes techniques, que MM. L. Denise et A. Menegaux ont fondé la *Revue française d'Ornithologie*, qui entre dans sa troisième année.

Espérons que leurs efforts et ceux de leurs collaborateurs ne seront pas vains !

Paris, 1^{er} mai 1911.

I. — VULTURIDES

1. — *Vultur monachus* (L.) 1766

Naumann, Brehm : *V. cinereus* Gm.; Vieillot et Oudart : *V. niger* Daud.

Vautour moine, *V. arrian*; le Chincou (Lev.).

Cat. Marm. *VULTUR MONACHUS* Linn.

Vautour moine, Vautour arrian.

1. ad., Kustendje (Danube, Roumanie).

2. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 5 juin 1884.

2. — *Gyps fulvus* (Gm.) 1788

Gmelin, Temminck, Naumann : *Vultur f.*; Salvadori, Degland et G. : *G. occidentalis* Bp.

Vautour fauve, grand vautour, *V. griffon*.

Cat. Marm. *GYPF FULVUS* Briss.

Vautour fauve.

1. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 7 mars 1871.

2. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 13 mars 1871.

3. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 5 mars 1871.

4. O jeune d'un an, Basses-Pyrénées, 7 mars 1871.

5. O jeune, Hérault, 6 janvier 1888.

3. — *Neophron percnopterus* (L.) 1758

Linné : *Vultur perc.*; Temminck, Naumann, Brehm : *Cathartes p.*

Néophron percnoptère; Vautour p.; Petit vautour; Catharte alimoche; *V. d'Egypte*.

Cat. Marm. **NEOPHRON PERCNOPTERUS** Savig.
Percnoptère.

1. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 19 juin 1874.
2. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 juin 1878.
3. ♀ jeune de l'année, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), juin 1884.
4. ♂ jeune de 2^e année, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 9 mai 1885.

II. — GYPAETIDÉS

4. — **Gypaetus barbatus** (L.) 1766

Linné : *Vultur b.*; Gmelin : *V. barbarus*; Bonaparte, Salvadori : *G. occidentalis* Sch.

Vautour des Alpes; Gypaète barbu, Lämmergeier.

Cat. Marm. : **GYPAETUS BARBATUS** Tem.

Gypaète barbu.

1. ♀ jeune, Pyrénées, 8 janvier 1867.
2. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 2 février 1872.
3. ♀ jeune, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 5 février 1878.
4. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 7 juin 1877.

III. — FALCONIDÉS

5. — **Aquila chrysaetus** (L.), 1758

Linné, Naumann : *Falco chr. et fulvus*; Loche : *A. fulva*; Temminck : *A. regalis*; Cresson : *Falco imperialis*; *A. barthelemyi*. Jaubert.

Aigle royal; A. commun; A. doré; grand aigle.

Cat. Marm. : **AQUILA FULVA** Savig.

Aigle royal ou fauve.

♀ ad., Pyrénées, 5 janvier 1867.

1. ♀ jeune de l'année, Roussillon (département de l'Ain), 16 septembre 1879.
2. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 25 octobre 1877.
3. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 25 janvier 1880.

6. — *Aquila maculata* (Gm.) 1788

Gmelin : *Falco m.* ; Sharpe (Cat.) : *A. maculata clanga* ; Naumann : *Falco clanga* ; Schlegel, Homeyer, Brehm, Reiser, *Aq. clanga* Pall.

Grand aigle criard.

Cat. Marm. : *AQUILA CLANGA* Pall.

Aigle criard.

1. ○ poussin en duvet blanc, Varna (donné par M. Alléon).

7. — *Aquila rapax naevioides* G. (Cuv.), 1829

Gmelin, Naumann : *Falco naevius* ; *Falco belisarius* Levaill.

Mus. P. : *AQUILA RAPAX*-Tem.

Petit aigle criard ; A. ravisser ; Aigle plaintif ; A. tacheté.

Cat. Marm. : *AQUILA NEVIOIDES* Kaup.

Aigle névioide, ravisser.

1. ♂ jeune, l'Albaron (Camargue), 10 novembre 1879.
2. ♂ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 3 novembre 1885.

8. — *Nisaetus fasciatus* (Vieill.) 1822

Vieillot : *Aquila fasciata* ; Temminck : *Falco bonellii* ; Lesson, Bonaparte, Jaubert et L. : *Aquila bonellii* ; Gray : *Pseudaetus bonelli* ; Sharp (H. list) : *Eutolmaetus f.*

Aigle Bonelli ; A. à queue barrée.

Mus. P. et cat. Marm. : *AQUILA FASCIATA* Vieill.

Aigle Bonelli.

1. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 novembre 1880.
2. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 octobre 1881.
3. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 1^{er} décembre 1882.
4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 19 novembre 1885.

Ces quatre spécimens ont les parties inférieures rousses, avec des taches noires plus nombreuses sur le jugulum.

9. — *Nisaetus pennatus* (Gm.) 1788

Gmelin, Temminck, Naumann : *Falco p.* ; Bonaparte, Jaubert et L. : *Aquila pennata* ; Kaup, Loche, Gray, Reichenow : *Hieraetus p.* ; Sharpe (H. list) : *Eutolmaetus p.*

Aigle botté ; Le Faucon pattu (Brossin).

Mus. P. et cat. Marm. : *AQUILA PENNATA* Brehm.

Aigle botté.

1. ♂ ad., Ferrières, près Paris, vers le mois de mars 1849. Les parties inférieures et les culottes sont très rousses.
2. ○ ad., Pologne.
3. ♀ ad., Bosphore (Turquie), 1^{er} avril 1865 (coll. Alléon).
4. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 24 juin 1881.
5. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 18 septembre 1881.
6. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 28 août 1882.

10. — *Haliaëtus albicilla* (L.) 1758

Linné : *Vultur alb.*; Naumann : *Falco alb.*; Gray : *Haliaëtus alb.*

Pygargue ordinaire; Aigle pyg.; A. à queue blanche; grand aigle pêcheur; Orfraie.

Cat. Marm. : *HALIAETUS ALBIGILLA* Leach.

Pygargue ordinaire, orfraie, aigle de mer.

1. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 15 janvier 1868.
2. ♂ jeune de deuxième année, Rue (Somme), 3 décembre 1874.
3. ♀ jeune, le Crotoy, 5 mars 1875.
4. ♀ jeune, première année, le Crotoy (garennas de Saint-Quentin), 9 décembre 1875.
5. ♀ jeune, deuxième année, le Crotoy (garennas de Saint-Quentin), 13 décembre 1875.
6. ♂ jeune, étang de Cazeaux (Landes), 1^{er} mars 1880.
7. ♂ jeune, deuxième année, Biscarosse (Landes), 18 décembre 1881.
8. ♀ ad., Biscarosse (Landes), 18 décembre 1882.

11. — *Pandion haliaëtus* (L.) 1758

Linné, Naumann : *Falco h.*

Balbusard fluviatile; Petit aigle pêcheur.

Cat. Marm. : *PANDION HALIAETUS* Linn.

Balbusard.

1. ♂ semi-ad., le Crotoy, 14 septembre 1888.
2. ♂ ad., ad., Malprate (bassin d'Arcachon), 15 septembre 1872.

3. ♀ ad., le Crotoy, 16 septembre 1872.
4. ♂ ad., le Crotoy, 13 mai 1876.
5. ♀ ad., le Crotoy, 17 août 1877.
6. ♀ ad., le Crotoy, 1^{er} septembre 1878.
7. ♀ ad., le Crotoy, 16 avril 1880.
8. ♀ jeune, le Crotoy, 9 septembre 1880.
9. ♀ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 8 octobre 1881.
10. ♂ ad., la Camargue, 5 septembre 1882.
11. ♂ ad., le Crotoy, 9 octobre 1883.

12. — *Circaëtus gallicus* (Gm.) 1788

Gmelin : *Falco g.*; Naumann; *Falco brachydactylus* Tem.;

Circaète Jean le Blanc; Aigle J. le Bl.; Circ. des serpents :

Cat. Marm. : CIRCAETUS GALLICUS Vieill.

Jean le Blanc.

1. ○ jeune pris au nid, vieille forêt de la Teste, 9 juillet 1871.
2. ♀ semi-ad., vieille forêt de la Teste, 21 avril 1872.
3. ♂ ad., forêt de Biscarosse (Landes), 6 mai 1872.
4. ♀ ad., forêt de Biscarosse (Landes), 6 mai 1872.
5. ♂ ad., forêt de Teste, 18 mai 1872.
6. ♀ très ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 15 octobre 1874.
7. ○ poussin (21 jours), vieille forêt de la Teste, 20 juin 1875.
8. ♂ ad., Vauvert (Gard), 11 mars 1877.
9. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 5 octobre 1884.
10. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 octobre 1884.

13. — *Buteo buteo* (L.) 1758

Linné, Naumann : *Falco b.*; *Buteo mutans* Vieillot; Loche : *B. cinereus* Bp.;
B. variabilis Bailly; Gray : *But. vulgaris*.

Buse vulgaire ou commune : B. barrée, B. changeante; Busard.

Mus. P. et Cat. Marm. : BUTEO VULGARIS Bechst.

Buse ordinaire.

(♂ ad., le Crotoy, 19 novembre 1868).

(♂ ad., Saint-Dinies, novembre 1868).

1. ♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1868.

2. ♂ ad., le Crotoy, 20 novembre 1868.

Sur ces deux spécimens les parties inférieures sont blanches, les

flancs sont marqués de quelques taches brunes. Les parties supérieures sont moins foncées que sur la forme normale.

3. ♂ ad., forêt de la Teste, 3 mars 1872.
4. ♀ ad., forêt de la Teste, 15 avril 1872.
5. ♂ ad., forêt de la Teste, 21 avril 1872.
6. ♀ ad., Piquey, sur le bassin d'Arcachon, 9 janvier 1874.
7. ♂ ad., forêt de la Teste, 10 janvier 1874.
8. ♀ ad., Cuts, près Noyon, 30 novembre 1875.
9. ♂ ad., Cuts, près Noyon, 30 novembre 1875.
10. ♂ ad., Cuts, près Noyon, 30 novembre 1875.
(♂ ad., Cuts, près Noyon, 3 décembre 1875).
11. ♂ ad., la Teste, 15 janvier 1876, forme albine.
12. ♀ ad., Cuts (Oise), 7 février 1876, dos blanc, ainsi que la courbure de l'aile.
13. ♂ ad., Bué, près Sancerre (Berry), 9 octobre 1876.
14. ♂ ad. (var. blanche), Cuts, près Noyon (Oise), 10 novembre 1876; dos blanc, ainsi que la courbure de l'aile.
15. ♂ ad., le Crotoy, 21 novembre 1877.
16. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 novembre 1878.
17. ♂ poussin, forêt de Compiègne, 5 juin 1881.
18. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 23 septembre 1881.
19. ♀ ad. (var. blanche), Remiremont (Vosges), 21 juin 1882.
20. ♂ ad., le Crotoy, 4 janvier 1888.

14. — *Buteo desertorum* (Daud.) 1800

Daudin : *Falco des.*; Vieillot : *But. des.*; Loche : *Buteo cirtensis* Lev.

Buse des déserts : le Rougri (Levaillant).

Cat. Marm. : *BUTEO DESERTORUM* Daud.

Buse des déserts, buse de Martin.

1. ♂ jeune de l'année, Varna, 6 avril 1882. Les anales et les sous-caudales seules sont isabelles; elles sont marquées de deux rangées de quatre taches noirâtres.

15. — *Buteo ferox* (Gm.) 1770

Gmelin : *Falco ferox*; Bonaparte : *B. canescens* Hodgs.; *B. leucurus* Naumann.

Buse féroce.

Cat. Marm. : *BUTEO FEROX* Temm.

Buse féroce.

1. Un adulte.
2. ♀ ad., la Dobrudscha, 12 août 1882. Les pattes sont marquées de longues stries noires longitudinales.

16. — *Archibuteo lagopus* (Brünn.) 1764

Brünnich, Gmelin, Naumann : *Falco lag.* ; Bailly : *Buteo lagopus*.

Buse pattue ; Archibuse ; Buse gantée (Levaillant).

Cat. Marm. : ARCHIBUTES LAGOPUS Brehm.

Archibuse pattue.

(♂ ? ad., le Crotoy, novembre 1866 ?)

(♀ ad., le Crotoy, 1^{er} mai 1868).

1. ♂ ad., Cuts, près Noyon (Oise), 20 décembre 1875.
2. ♀ ad., le Crotoy, 22 décembre 1875.
- (♀ ad., le Crotoy, 22 décembre 1875).
3. ♀ ad., le Crotoy, 4 décembre 1876.
4. ♀ ad., le Crotoy, 6 mars 1877.
5. ♂ ad., le Crotoy, 17 mars 1879.
6. ♀ ad., le Crotoy, 7 décembre 1879.
7. ♀ ad., le Crotoy, 24 décembre 1879.
8. ♀ ad., le Crotoy, 25 mars 1880.
9. ad., le Crotoy, 17 décembre 1885.

17. — *Pernis apivorus* (L.) 1758

Linné, Naumann : *Falco ap.* ; Vieillot : *Buteo ap.* ; Loche : *Pernis ap.* ; *Pernis communis* Lesson.

Buse bondrée ; Bondrée apivore ; le Tachard (Levaillant).

Cat. Marm. : PERNIS APIVORUS Bp.

Bondrée.

1. ♂ ad., Berry.
 2. ♀ ad., forêt de Compiègne, 4 août 1868.
 3. ○ jeune pris au nid, forêt de Compiègne, 20 août 1870.
- Les parties inférieures sont d'un châtain brun très foncé, plus que sur les spécimens suivants.

4. ♂ ad., forêt de Compiègne, 20 août 1870.
5. ♀ ad., forêt de la Teste, 25 juin 1871.
6. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 7 septembre 1882.
7. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 27 septembre 1883.
8. ♂ ad., Poulx, près de Nîmes, 1^{er} octobre 1883.

18. — *Milvus milvus* (L.) 1758

Linné, Naumann : *Falcô m.* ; Sharpe (Cat.) : *Milvus iclinus* Savigny ; Gray, Bonaparte, Loche, Salvadori : *M. regalis* Roux.

Milan royal ; M. commun ; Buse à queue fourchue.

Mus. P. et cat. Marm. : *MILVUS REGALIS* Briss.

Milan royal.

1. ♂ ad., forêt de la Teste, 3 mars 1871.
2. ♀ ad., forêt de la Teste, 24 mars 1872.
3. ♂ ad., forêt de la Teste, 24 mars 1872.
4. ♀ ad., Mestras, près de la Teste, 8 janvier 1872.
5. ○ jeune pris au nid, forêt de la Teste, 24 juin 1877. Les parties inférieures sont d'un jaune très pâle, comme sur le suivant.
6. ♀ ad., le Crotoy, 19 octobre 1878.
7. ♀ ad., forêt de Compiègne, 1^{er} janvier 1879. Les parties inférieures sont très foncées.
8. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 25 octobre 1861. Les parties inférieures sont très pâles.

19. — *Milvus korschun* (Gm.) 1771

Gmelin : *Accipiter* K. ; Daudin : *Milvus ater* Gm. ; Naumann : *Falco fusco-ater* Meyer ; Loche, Salvadori : *M. niger* Bp. ; Gray, Reichenow : *M. migrans* Strickl.

Milan noir.

Mus. P. et cat. Marm. : *MILVUS NIGER* Briss.

Milan noir.

1. ○ jeune pris au nid, forêt de la Teste, 25 juin 1871. Les parties inférieures sont plus pâles que sur les trois spécimens suivants.
2. ○ jeune au sortir du nid, forêt de la Teste, 25 juin 1871.
3. ○ jeune au sortir du nid, forêt de la Teste, 25 juin 1871.
4. ○ jeune au sortir du nid, forêt de la Teste, 2 juillet 1871.
5. ♂ ad., Malprate (bassin d'Arcachon), 24 mars 1872.
6. ♀ ad., forêt de la Teste, 30 mars 1872.
7. ♂ ad., forêt de la Teste, 30 mars 1872.
8. ♀ ad., forêt de la Teste, 15 avril 1872.
9. ♂ ad., forêt de la Teste, 15 avril 1872.
10. ♂ ad., forêt de la Teste, 21 avril 1872.
11. ♀ ad., forêt de la Teste, 6 mai 1872.

12. ♀ ad., forêt de la Teste, 6 mai 1872.
 13. ♂ ad., Biscarosse (Landes), 10 avril 1884.
 14. ♀ ad., forêt de la Teste, 19 avril 1887.

20. — *Milvus govinda* (Sykes) 1832

M. cheela Jerdon.

Cat. Marm. : MILAN GOVINDA.

1. ♂ jeune, Motaï Bey (Constantinople), 23 août 1887 (M. Alléon).

21. — *Elanoides furcatus* (L.) 1766

Linné, Daudin : *Falco f.*

Mus. P. et cat. Marm. : NAUCLERUS FURCATUS Vig.
 Nauclet martinet.

1. Un adulte, donné par M. Bouvier.

22. — *Falco cherrug* (J. E. Gr.) 1833

Bonaparte, Salvadori : *F. sacer* Gm. ; Temminck, Bonaparte, Naumann, Reichenow : *F. lanarius* Pall. ; G. R. Gray, Loche : *Gennaia saker* ; Sharpe (Cat.) *Hierofalco saker*.

Mus. P. : HIEROFALCO SACER Gray.

Faucon sacré ; le Sacre (Brisson et Buffon) ; le Sacre hagard.

Cat. Marm. : FALCO SACER Briss.

Faucon sacré.

1. ♀ ad., Dimirdji (Turquie), 28 mars 1866 (coll. Allion).

22 bis. — Mus. P. : HIEROFALCO LANIARIUS Schleg.

Cat. Marm. : FALCO LANIARIUS Schleg.

Faucon lanier.

2. Un semi-adulte, Pologne.

23. — *Falco peregrinus* (Tunstall.) 1771

Gmelin : *F. orientalis*, *communis* et *peregrinus* ; Lesson, Bonaparte : *Falco communis* Gm. ; Temminck, Naumann : *F. peregrinus*.

Faucon pèlerin ; F. ordinaire, commun ; F. des perdrix, Gros Emouchet.

Cat. Marm. : *FALCO COMMUNIS* Gm.

Faucon pèlerin.

1. ♀ jeune, le Crotoy, 5 septembre 1869.
2. ♀ jeune, pris au nid, falaise de Dieppe, 10 juin 1870.
3. ♂ jeune, avant la première mue, falaises de Dieppe, 15 juillet 1870.
4. ♀ jeune, le Crotoy, 21 novembre 1873.
5. ♀ jeune, le Crotoy, 27 novembre 1873.
6. ♂ jeune en transition, le Crotoy, 23 décembre 1873.
(♀ ad., Berry, près Sancerre, 14 février 1874).
7. ♀ jeune, le Crotoy, 26 octobre 1875.
8. ♀ jeune, le Crotoy, 6 novembre 1875.
9. ♀ jeune, le Crotoy, 17 novembre 1875.
10. ♂ jeune d'un an, le Crotoy, 10 mai 1876.
11. ♂ jeune de la première année, le Crotoy, 13 août 1876.
12. ♀ jeune, le Crotoy, 25 août 1876.
13. ♂ jeune, le Crotoy, 17 novembre 1876.
14. ♂ jeune de deuxième année, le Crotoy, 16 septembre 1877.
15. ♂ jeune d'un an, le Crotoy, 7 août 1878.
16. ♀ jeune, le Crotoy, 14 décembre 1879.
17. ♂ ad., le Crotoy, 20 mars 1880.
18. ♀ ad., le Crotoy, 8 mars 1881.
19. ♂ ad., le Crotoy, 28 juillet 1881.
20. ♂ jeune, le Crotoy, 20 septembre 1881.
21. ♀ jeune de deuxième année, le Crotoy, 18 octobre 1881.
22. ♂ ad., le Crotoy, 30 décembre 1881.
23. ♂ ad., le Crotoy, 27 mai 1884.
24. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 8 novembre 1887.
25. ♀ jeune de l'année, Bagnères (Hautes-Pyrénées), 1869 (sous le nom de *F. peregrinoïdes* dans le catalogue manuscrit).

24. — *Falco barbarus* (L.) 1758

Lichtenstein, Fritsch : *F. peregrinoïdes* Tem., Bonaparte, Loche ; *Gennaia b.*

Faucon S. Barbarie.

Mus. P. et cat. Marm. : *FALCO PEREGRINOÏDES* Fritsch.

FALCO BARBARUS Linn.

Faucon pérégrinoïde.

1. ♂ ad., Bagnères (Hautes-Pyrénées), 1869.

25. — *Falco subbuteo* (L.) 1758

Temminck, Naumann : *F. subb.* ; Boie, Kaup, Gray, Degland et G. : *Hypotriorchis subb.*

Faucon hobereau ; Emouchet à gorge blanche, Petit Emouchet noir.

Cat. Marm. : *FALCO SUBBUTEO* Linn.

Hobereau.

(♂ jeune, Pyrénées).

(♂ ad., le Crotoy, 1^{er} mai 1868).

1. ♂ jeune, Cazeaux, près d'Arcachon, 13 septembre 1873.
(♀ ad., forêt de la Teste, 26 avril 1874).
2. ♀ ad., forêt de la Teste, 19 avril 1875.
3. ♀ ad., forêt de la Teste, 14 avril 1877.
4. ♀ ad., forêt de la Teste, 14 avril 1877.
5. ♂ jeune le Crotoy, 27 octobre 1878.
6. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 22 août 1882.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 octobre 1883.
8. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 10 octobre 1863.
9. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 15 avril 1883.
10. ♂ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 13 octobre 1884.

Sur ces trois spécimens, les culottes ne sont pas encore teintées de roux châtain.

11. ♀ jeune, le Crotoy, 26 septembre 1886.

(♂ ad., forêt de la Teste, 23 avril 1887).

26. — *Cerchneis vespertinus* (L.) 1766

Linné, Roux, Salvadori : *Falco vesp.* ; Temminck, Naumann : *Falco rufipes* ; Bescke ; Brehm, Bonaparte, Gray, Sharpe (H. list) : *Erythropus vesp.* ; Gray : *Tinnunculus vesp.*

Faucon Kobez ; F. à pieds rouges.

Cat. Marm. : *FALCO VESPERTINUS* Linn.

Faucon Kobez.

1. ♀ jeune, le Crotoy, 11 septembre 1869.
 2. ♂ ad., le Berry, près Sancerre, mars 1890.
 3. ♀ ad., Belgrade, 5 mai 1874 (coll. Alléon).
 4. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 13 octobre 1883.
- Les stries sont moins fournies et moins nombreuses que sur le spécimen 1.

27. — *Cerchneis merilla* (Gerini) 1767

Gerini : *Falco merillus* ; Roux, Lesson, Brehm : *Falco lithofalco* Gm. ; Temminck, Gray, Naumann : *F. aesalon* Gm. ; Gray : *Hypotriorchis aesalon* ; Sharpe (Cat.) : *F. regulus* Pall. ; Sharpe (H. list) : *Falco merillus*.

Faucon émérillon ; le F. de roche.

Mus. P. et cat. Marm. : *FALCO LITHOFALCO* Gm.

• Émérillon.

1. ♂ Saint-Dizier, fin mars ? Sur ce vieil adulte, les parties inférieures sont d'un roux foncé.
2. ♀ jeune, le Crotoy, 25 septembre 1868.
3. ♀ jeune, Mestras, près d'Arcachon, 28 octobre 1872.
4. ♂ jeune, le Crotoy, 25 novembre 1873.
5. ♂ ad., le Crotoy, 28 avril 1874.
6. ♂ jeune, le Crotoy, 16 octobre 1875.
7. ♀ jeune, Berry, près Sancerre, 28 novembre 1875.
8. ♀ jeune, le Crotoy, 21 septembre 1878.
9. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 7 novembre 1880.
10. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 13 février 1881.
11. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 28 octobre 1881.
12. ♂ ad., le Crotoy, 17 février 1882.
13. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 6 novembre 1882.
14. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 13 octobre 1883.
15. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 23 octobre 1885.

28. — *Cerchneis tinnuncula* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann : *Falco tinnunculus* ; Gray, Bonaparte : *Tinnunculus alaudarius* (Gm.).

Faucon cresserelle ; Emouchet rouge.

Mus. P. et cat. Marm. : *FALCO TINNUNCULUS* Linn.

Cresserelle.

1. ♂ adulte.
2. ♀ jeune, le Crotoy, 24 décembre 1873.
3. ♀ ad., le Crotoy, 15 novembre 1874.
4. ♂ ad., le Crotoy, 26 décembre 1874.
5. ○ poussin, Cuts, près Noyon (Oise), 23 juin 1875 ; encore en duvet blanc.
6. ♀ ad., forêt de la Teste, 30 juin 1875.

7. ♀ ad., le Crotoy, 3 novembre 1875.
8. ♂ ad., forêt de la Teste, 10 décembre 1876.
9. ♂ ad., forêt de la Teste, 20 février 1877.
10. ♀ ad., forêt de la Teste, 20 février 1877.
11. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 25 septembre 1878.
12. ♀ ad., le Crotoy, 18 janvier 1879.
13. ○ poussin, forêt de Compiègne, 6 juillet 1881.
14. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 octobre 1881.
15. ♂ ad., ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1881.
16. ○ poussin, forêt de Compiègne, 1^{er} juillet 1882.
17. ○ poussin, forêt de Compiègne, 1^{er} juillet 1882.
18. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 12 février 1886.
19. ♂ ad., le Crotoy, 2 janvier 1887.

29. — *Cerchneis naumanni* (Fleisch) 1818

Fleisch : *Falco n.* ; *Falco tinnunculoïdes* Tem. ; Vieillot : *F. tinnuncularius* Roux ;
Naumann : *F. cenchrus* Cuv. ; Bonaparte : *Tinnunculus cenchrus* ; Gray :
Tichornis c.

Faucon cresserine ;

Mus. P. et cat. Marm. : *FALCO CENCHRIS* Naum.

Cresserellette.

1. ♂ jeune d'un an, Acropole d'Athènes, 2 mai 1875.
2. ♂ ad., Acropole d'Athènes, 9 mai 1875.
3. ♂ ad., ravin de Constantine (Algérie), 8 avril 1881.

30. — *Astur palumbarius* (L.), 1758.

Linné, Daudin, Temminck, Naumann : *Falco p.* ; Savigny, Lesson. *Daedalion p.* ; Cuvier, Bonaparte, Loche : *A. pal.*

Autour des palombes ; Epervier autour ; Gros épervier ; E. bleu.

Cat. Marm. : *ASTUR PALUMBARIUS*, Berhst.

Autour.

(♂ ad., Pyrénées).

1. ♂ jeune avant la première mue, Ferrières, décembre 1869.
2. ♀ jeune en transition, Berry, près Sancerre, 22 décembre 1869.
- Prend déjà son passage au menton et sur les culottes.
3. ♀ ad., en transition, Saint-Dizier, 1^{er} mars 1870.
4. ♀ ad., en transition, Berry, 6 mai 1870.
5. ○ jeune, pris au nid, forêt de la Teste, 2 juillet 1871.

6. ♀ ad., pris au nid, Cuts, près Noyon (Oise), 24 novembre 1876.
7. ♂ ad., jeune de l'année, Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 11 octobre 1881.
8. ♀ ad., Boulogne-sur-Mer, 29 décembre 1881.
9. ♂ ad., Avallon (Yonne), 10 novembre 1885.
10. ♂ jeune de l'année, Raon-l'Étape (Vosges), 5 novembre 1887.

31. — *Accipiter nisus* (L.) 1758

Linné, Naumann : *Falco n.*; Bonaparte, Loche, Salvadori; *Acc. nisus*; *Nisus communis* Lesson; Kaup : *Nisus fringillarius* Sav.; *Astur major* Degland.

Epervier commun ; Autour épervier ; E. tacheté.

Cat. Mar. : *ACCIPITER NISUS*. Pall.

Epervier.

1. ♂ ad., le Crotay, 16 décembre 1868.
 2. ♀ Auzoire-la-Ferrière, 27 juin 1870.
 3. ♂ ad., Mestrat, près Arcachon, 13 octobre 1872.
 4. ♂ jeune, Mestrat, près Arcachon, 13 octobre 1873.
 5. ♂ jeune, cap Ferret, près Arcachon, 29 septembre 1873.
 6. ♀ poussin, Auzoire-la-Ferrière, 27 juin 1870.
- Taille double de celle du suivant.
7. ♂ poussin, Auzoire-la-Ferrière, 27 juin 1870.
 8. ♀ ad., Bruay, près Béthune, 2 février 1875.
 9. ○ poussin, Auzoire-la-Ferrière, 1^{er} juillet 1875, en duvet blanc.
 10. ♀ ad., Becquerel, près Rue, 15 octobre 1837.
 11. ♂ jeune d'un an, le Crotay, 15 octobre 1876.
 12. ♂ ad., forêt d'Ourscamps (Oise), 4 février 1877.
 13. ♀ jeune de l'année, le Crotay, 22 décembre 1879. Encore strié en long sur la poitrine antérieure et déjà en travers sur l'abdomen.
 14. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 1^{er} janvier 1880.
 15. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 28 octobre 1881.
 16. ♂ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1881.
 17. ♀ jeune, l'Albaron (Camargue), 18 septembre 1882.
 18. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 8 novembre 1884.
 19. ♂ jeune de l'année, la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
 20. ♀ jeune de l'année, Turquie, 23 août 1887 (Alléon).

(Sous le nom d'*Epervier brun* dans le Cat. manuscrit).

C'est un jeune foncé, étant données les grosses taches brunes des parties inférieures dont beaucoup sont cordiformes et les bordures brunes des rémiges secondaires et des couvertures des ailes.

31 bis. — Cat. Marm. : ACCIPITER MAJOR Degl.

Epervier-majeur.

♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 28 octobre 1881.

Ce ♂, de grande taille, est aussi grand que les ♀ de l'Epervier ordinaire, de plus les taches des parties inférieures sont plus larges, plus noires et plus serrées. Les documents me manquent pour décider s'il appartient à une espèce spéciale.

32. — *Circus aeruginosus* (L.) 1758

Linné : *Falco aer.*; Temminck, Naumann : *F. rufus* (Gm.); Savigny, Lesson.
Loche : *Circ. aer.*

Busard des marais; B. harpaye; B. ordinaire; B. roux.

Cat. Marm. : *CIRCUS AERUGINOSUS* Savig.

Busard des marais, grenouillard, harpaye.

1. ♂ semi-adulte, le Crotoy, 10 septembre 1898.
 2. ♀ jeune, le Crotoy, 9 octobre 1898.
(♀ jeune, Arcachon, 24 décembre 1871.)
(♂ ? jeune, le Crotoy, 23 avril 1873.)
 3. ♂ jeune, le Crotoy, 3 novembre 1875.
 4. ♀ jeune, le Crotoy, 31 octobre 1875.
 5. ♀ semi-ad., marécages de la forêt de la Teste, 26 mars 1876.
 6. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1877.
 7. ♂ jeune, le Crotoy, 13 août 1877.
 8. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 10 septembre 1877.
 9. ♀ ad., le Crotoy, 21 septembre 1877.
 10. ♂ ad., Camargue, 10 décembre 1878. — Variété noire, très foncée en dessus et en dessous.
 11. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 23 décembre 1879.
 12. ♂ semi-ad., le Crotoy, 25 mars 1880 (avec des taches pectorales blanches).
 13. ○ poussin, marais de Merlimont (Pas-de-Calais), 29 juin 1880.
 14. ♂ poussin, marais de Merlimont (Pas-de-Calais), 20 juin 1880.
- Ce spécimen est plus grand que le précédent, mais les rémiges, les rectrices et des dorsales sont seules colorées et sont bordées de brunâtre pâle.
15. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 7 décembre 1881.
 16. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 janvier 1882.
 17. ♂ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 7 décembre 1881.

18. ♀ jeune, Saint-Martin-de-Crau, 19 octobre 1882.
19. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 1^{er} décembre 1882.
20. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 17 septembre 1883 ; d'un châtain foncé uniforme en dessous.
21. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 27 novembre 1883.
22. ♀ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 10 décembre 1883.
23. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 21 novembre 1884.
24. ♂ semi-ad., la Crau, 14 décembre 1885. Poitrine blanche tachetée de brun.

33. — *Circus cyaneus* (L.) 1766

Linné, Temminck : *Falco cyaneus* ; Gmelin : *F. griseus* ; Naumann : *F. pygargus* ; Gray, Loche : *Strigiceps c.*

Busard Saint-Martin ; Busard blanc ; B. bleuâtre.

Cat. Marm. : *CIRCUS CYANEUS* Boie.

Soubuse, Busard Saint-Martin.

(♀ ad., Berry, 12 avril 1858 ?)

1. ♀ ad., le Crotoy, 19 novembre 1868.
2. ♂ ad., Berry, 12 avril 1870.
3. ♂ ad., Saint-Dizier, 15 mai 1875.
4. ♀ jeune d'un an, le Crotoy, 7 novembre 1875.
5. ♂ ad., le Crotoy, 14 novembre 1876.
6. ♂ jeune d'un an, le Crotoy, 28 avril 1877.
7. ♀ ad., le Crotoy, 18 novembre 1877.
8. ♂ ad., le Crotoy, 17 décembre 1877.
9. ♂ jeune d'un an, le Crotoy, 25 mars 1878.
10. ♀ ad., le Crotoy, 18 janvier 1879.
11. ♀ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 21 octobre 1879.
12. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 5 novembre 1879.
13. ♂ ad., rives du bassin d'Arcachon, 15 novembre 1879.
14. ♂ ad., le Crotoy, 8 mars 1881.
15. ♀ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 26 octobre 1882.
16. ♂ jeune, Saint-Gilles (Camargue), 26 octobre 1882.
17. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 décembre 1882.
18. ♂ ad., la Crau, 14 décembre 1885.
19. ♂ ad., le Crotoy, 3 novembre 1886.

34. — *Circus pygargus* (L.) 1758

Linné : *Falco p.*; Lesson : *Circus montagui* Vieill.; *Circus cinerascens* Stephens, Fritsch : *Strigiceps cinerascens*; Gray : *Glaucopteryx cineraceus*.

Bussard montagu ; B. cendré.

Mus. P. et cat. Marm. : *CIRCUS CINERACEUS* Naum.

Busard montagu.

1. ♂ jeune, le Crotoy, 1^{er} septembre 1868.
2. ♂ ad., le Crotoy, 25 avril 1870.
3. ♂ ad., Berry, 8 mai 1870. Ce spécimen est tout entier d'un noir cendré, sauf à la face inférieure de la queue. Indique le passage à l'adulte ♂.
4. ♂ ad., Mestras, près d'Arcachon, 1^{er} mai 1873.
5. ♂ jeune, Villers, près Nantes, 8 septembre 1873.
6. ♀ ad., le Crotoy, 14 mai 1877.
(♂ jeune de l'année, le Crotoy, 6 août 1877).
7. ♀ jeune de l'année, Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 30 juillet 1879.
8. ♂ jeune de l'année, Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 12 août 1879.
9. ♂ jeune de l'année (forme mélanique), marais de Merlimont (Pas-de-Calais), 5 septembre 1879.
10. ♀ ad., Camargue, 11 septembre 1879.
11. ♀ jeune de l'année, marais de Merlimont (Pas-de-Calais), 6 juillet 1880.
12. ♂ jeune de l'année, marais de Merlimont (Pas-de-Calais), 6 juillet 1880.
13. ♂ ad., le Crotoy, 16 mai 1881.
14. ♂ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 21 avril 1882.
15. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 29 juillet 1883. Tout entier d'un brun foncé, sauf la face inférieure de la queue.
16. ♂ jeune, le Crotoy, 25 juillet 1885.
17. ♂ ad., le Crotoy, 10 mai 1887.

35. — *Circus macrourus* (Gm.) 1771

Gmelin : *Accipiter m.*; *C. albescens* Lesson; Bonaparte : *Strigiceps pallidus* (Sykes); Fritsch, Loche : *Strigiceps swainsoni*; Gray : *Glaucopteryx pallidus*.

Busard pâle ; B. blafard ; B. de Swainson.

Mus. P. et cat. Marm. : *Circus Svainsoni* Smith.
Busard pâle.

1. ♂ ad.
2. ♀ Algérie.
3. ♂ jeune ? Saint-Gilles (Camargue), 28 avril 1882.
4. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 8 avril 1883. Parties inférieures d'un brun très pâle.
5. ♂ ad., la Dobrudscha, 18 mars 1882.

IV. — STRIGIDÉS

36. — *Surnia ulula* (L.) 1758

Linné : *Strix funerea et ulula*; *Strix caparoch* Müll. ; Naumann : *Strix nisoria* Wolf.; Sharpe (H. list) : *Surnia ulula* (L.).

Chouette ou Surnie caparoch.

Mus. P. et cat. Marm. : *SURNIA FUNEREA* Brehm.
Caparoch, chouette à longue queue de Sibérie.

1. Un adulte, en plumage de noce, Europe.

37. — *Nyctea nyctea* (L.), 1758

Linné, Daudin, Vieillot, Temminck, Naumann : *Strix nyctea*; *Strix arctica* Gray; *Nyctea nivea* (Thunb.) ; Sharpe (H. list) ; *Nyctea nyctea* (L.).

Harfang ; la Chouette blanche.

Mus. P. et cat. Marm. : *SURNIA NYCTEA* Keys. et Blas.
Harfang.

1. Un adulte ; présente de nombreuses taches brunes transversales.

2. ♂ ad., Gatteville (Manche), 18 mars 1876, tué près du phare par le marquis d'Aigneaux.

38. — *Glaucidium passerinum* (L.) 1758

Linné : *Strix passerina*; Naumann : *Strix acádica* Tem. ; Reichenow : *Carine p. Strix pygmaea* Bechst. ; Gray : *Microptynx passerina*.

Chevêchette ; Chouette chevêche ; Ch. perlée.

Mus. P. et cat. Marm. : *SURNIA PASSERINA* Keys. et Blas.
Chevêchette.

1. Un adulte, Pologne.

39. — *Athene noctua* (Scop.) 1769

Scopoli, Naumann, Bailly : *Strix n.*; Kaup, Sharpe (Cat.) : *Carine n.*; *Athene psilodactyla* Brehm.

Chevêche commune ; petite chouette.

Cat. Marm. : NOCTUA MINOR Briss.

Chevêche commune.

1. O poussin.

2. ♂ ad., le Crotoy, 23 avril 1875.

3. ♂ ad., la Teste, 30 avril 1875.

4. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 22 juin 1878.

5. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 10 novembre 1879.

6. ♀ ad., la Bernerie (Vendée), 8 octobre 1882.

40. — *Athene noctua glaux* (Sav.) 1809.

Strix persica Vieillot; *Athene meridionalis* Lesson; Bonaparte, Loche : *Athene persica*; Sharpe (U. list) : *A. glaux*.

Mus. P. : ATHENE GLAUX Sav.

Cat. Marm. : NOCTUA PERSICA Vieill.

Chevêche de Perse, de Numidie.

1. Un adulte, Algérie.

41. — *Nyctala tengmalmi* (Gm.), 1788.

Gmelin, Temminck, Naumann, Roux : *Strix t.*; Cuvier : *Noctua t.*; Bonaparte : *Nyctale richardsoni* et *funerea*; Joubert et L. : *Nyctale funerea* Bp.

Cat. Marm. : NYCTALA TENGMALMI Bp.

Chouette Tengmalm.

1. ♂ ad., Auzoire-la-Ferrière, novembre 1852.

2. Un poussin, Barcelonnette, mai 1869 (de couleur brun foncé).

42. — *Syrnium aluco* (L.) 1758.

Linné, Vieillot, Naumann, Roux : *Strix al.*; Keyserling et Blasius : *Ulula al.*

Chouette hulotte ; Chat-huant de Buffon ou hurleur ; Ch. barré.

Cat. Marm. : SYRNIUM ALUCO. Brehm.

Hulotte, chat-huant.

1. Un poussin, Passy. Les plumes des parties inférieures et du

dos et les couvertures portent des bandes brunes et sont terminées d'un blanc plus ou moins pur.

2. ♀ ad., forêt de la Teste, 15 avril 1872.
 3. ♂ ad., Saint-Dizier, 23 avril 1872.
 4. ♀ ad., forêt de la Teste, 29 avril 1876.
 5. ♂ ad., Cuts, près Noyon (Oise), 16 novembre 1876.
 6. ♂ ad., Cuts, près Noyon (Oise), 24 novembre 1876.
 7. ♀ jeune de l'année, Raon-l'Étape, 14 juillet 1878.
 8. ♀ jeune de l'année, Raon-l'Étape, 14 juillet 1878.
 9. ♀ ad., forêt de Rambouillet, 30 octobre 1887.
 10. ♀ ad., Bonnières, près Mantes (Seine-et-Oise) 20 novembre 1887.
- Les taches sont très noires, comme sur le numéro 2.

43. *Syrnium uralense* (Pall.) 1771

Pallas, Temminck, Naumann : *Strix uralensis*; Gray, Bonaparte: *Ptynx ur.*;
Strix macrura Meyer et Wolf.

Cat. Marm. : PTYNX URALENSIS. Blyth.
Chouette de l'Oural.

1. Un adulte, Russie.

44. — *Syrnium lapponicum* (Sparrm. Retz.) 1800

Retzius, Temminck, Naumann : *Strix lapponica*; Gray, Fritsch : *Syrnium cinereum* Bp.; Keyserling et Blasius : *Ulula barbata* (Pall.); Sharp (H. list) : *Scotiapterx lapp.* (Retz.).

Chouette de Laponie.

Cat. Marm. : ULULA LAPPONICA LESS.
Chouette laponne.

1. Un ad., Kiew, Russie.

45. — *Strix flammea* (L.) 1766

Linné, Temminck, Naumann, Lesson : *St. fl.*; Selys-Longchamps : *Stridula fl.*

Chouette effraye; chat-huant moucheté ou des clochers.

Cat. Marm. : STRIX FLAMMEA Linn.
Effraye.

(♂ ad., ventre blanc, le Mans?)

(♀ ad., v. jaune tacheté, Saint-Dizier, fin décembre 1867.)

1. ♀ ad., v. jaune foncé, le Crotoy, 15 novembre 1868.

2. ♀ ad., v. blanc moucheté, la Teste, 15 octobre 1872.
3. ♂ poussin, Cuts, près Noyon (Oise), 23 juin 1875.
4. ♂ poussin, Cuts, près Noyon (Oise), 23 juin 1875.
5. ♀ ad., ventre jaune, le Crotoy, 16 octobre 1876.
6. ♂ ad., ventre jaune, Bruay, près Béthune, 10 novembre 1876.
7. ♀ ad., ventre jaune pâle, le Crotoy, 24 octobre 1877.
8. ♀ ad., vent. mi-jaune mi-blanc, la Teste, 17 septembre 1878.
9. ♂ ad., ventre blanc, Rang-du-Fliers, 23 décembre 1879.
10. ♂ ad., v. blanc, l'Albaron (Camargue), 5 septembre 1882.
11. ♀ ad., v. jaune, Biscarosse, 28 novembre 1884.
12. ♂ ad., v. blanc, Colombes (Seine), 24 juillet 1886.
13. ♀ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.

46. — *Asio accipitrinus* (Pall.) 1771

Pallas : *Strix accipitrina* ; Gmelin, Vieillot, Naumann, Roux : *Strix brachyotus* Forst. ; Jaubert et L. : *Otus brachyotus* ; Fritsch : *Brachyotus palustris* Bp. ; Gray : *Brachyotus brachyotus* (Forst.)

Hibou brachyote ; H. des marais ; Grande Chevêche.

Cat. Marm. : OTUS BRACHYOTUS Boie.

Hibou Brachyote, Chouette.

1. ♂ ad., le Crotoy, 27 novembre 1868.
 2. ♀ ad., le Crotoy, 22 octobre 1872.
 3. ♂ ad., le Crotoy, 15 novembre 1873.
 4. ♂ ad., le Crotoy, 30 octobre 1875.
- Sur ces quatre spécimens, les parties inférieures sont blanches.
5. ♀ ad., le Crotoy, 16 octobre 1876.
 6. ♂ ad., le Crotoy, 26 octobre 1876.
 7. ♀ ad., le Crotoy, 29 avril 1878.
- N^{os} 5, 6, 7 : les parties inférieures sont d'un jaune brunâtre.

47. — *Otus otus* (L.) 1758

Linné, Vieillot, Naumann, Roux : *Strix otus* ; Jaubert et B. Lap., Gray, Loche : *Otus vulgaris* Flem. ; Cuvier : *Otus otus* ; *Otus communis* Lesson ; Sharpe (H. list) : *Asio otus* (L.).

Mus. P. : ASIO OTUS L.

Hibou commun ; Moyen duc ; Chat-huant à oreilles.

Cat. Marm. : OTUS VULGARIS Flem.

Moyen duc.

1. ♂ ad., Lesigny, près Coulommiers, 10 novembre 1872.
2. ♀ ad., Cuts, près Noyon (Oise), 2 février 1876.
3. ♂ ad., Cuts, près Noyon (Oise), 2 février 1876.
4. ♂ poussin, le Beauchet (Haute-Marne), 28 avril 1872. Présente encore des stries peu distinctes sur les parties inférieures.
5. ♀ ad., Pontoise, 23 février 1879.
6. ♀ ad., le Crotoy, 30 octobre 1879.
7. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 5 novembre 1879.
8. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 5 novembre 1879.
9. ♀ ad., la Crau, 31 décembre 1886.
10. ♀ ad., le Hourdel (Somme), 26 octobre 1887.

48. — *Bubo bubo* (L.) 1758

Linné, Temminck, Roux, Naumann : *Strix b.*; Dresser : *B. ignavus* Forster; Gray, Loche, Salvadori : *B. maximus* Flem.

Mus. P. : *BUBO IGNAVUS* Forst.

Grand-Duc ; grand Hibou.

Cat. Marm. : *BUBO MAXIMUS* Flem.

Grand-duc.

1. ♂ ad., Hyères, 8 novembre 1867 ? très foncé.
2. ♀ ad., Kiev (Ukraine) ?
3. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau (B.-du-R.), 28 novembre 1881.
4. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau (B.-du-R.), 28 novembre 1881.
5. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 8 janvier 1882.
6. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 19 décembre 1883.
- ♂ [ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} novembre 1884.]
7. ♂ ad., la Dobrudscha, 5 avril 1883.
8. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 28 octobre 1887.

49. — *Pisorhina scops* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann, Roux : *Strix Scops*; *Scops ephialtes* Sav.; *Scops aldrovandi* Flem.; Keyserling et Bl. : *Ephialtes scops* (L.); Sharpe (Cat.) : *Scops giu* (Scop.); Gray : *Scops zorca*; Sharpe (H. list) : *Scops scops* (L.).

Mus. P. : *SCOPS GIU* Scop.

Scops ; Hibou petit-duc ; petite Chouette à oreilles.

Cat. Marm. : *SCOPS ALDROVANDI* Willughbi.

Scops.

1. Un poussin demi-adulte.

2. ♀ ad., bois de Boulogne, 23 avril 1868.
3. ♂ ad. noce, Maligny (Yonne), 3 mai 1878.
4. ♀ ad. noce, l'Albaron (Camargue), 30 mai 1877.
5. ♀ ad. noce, l'Albaron (Camargue), 6 avril 1881.
6. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 23 septembre 1882.
7. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 14 octobre 1887.

V. — PICIDÉS

50. — *Dryocopus martius* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Cuvier, Naumann, Temminck, Lessôn, Hargitt (Cat.) : *Picus m.* ;
Boie, Gray, Salvadori. Dresser : *Dryocopus m.* ; Jaubert et B. Lap., Malherbe,
David et Oust. : *Dryopicus m.* ; Dubois : *Picus niger* Brehm.

Pic noir.

Cat. Marm. : *DRYOPICUS MARTIUS* Boie.

Pic noir.

(♀ adulte, Pologne).

(♂ adulte, Pologne).

1. ♀ adulte, Bagnères-de-Bigorre (Htes-Pyrénées), 6 octobre 1879.
2. ♂ adulte, Bagnères-de-Bigorre (H.-P.), 23 novembre 1880.
3. ♀ adulte, Bagnères-de-Bigorre (H.-P.), 23 novembre 1880.
4. ♀ adulte, Bagnères-de-Bigorre (H.-P.), 20 octobre 1883.
5. ♀ adulte, Raon-l'Étape (Vosges), 26 septembre 1886.

51. — *Dendrocopus major* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Temminck, Malherbe, Jaubert et Lap., Gray : *Picus major*.

Pic épeiche ; grand Epeiche ; grand Pic varié.

Mus. P. et cat. Marm. : *PICUS MAJOR* Linn.

Pic épeiche.

1. ♂ ad., le Crotoy, 10 février 1873.
2. ♂ ad., la Teste, 17 octobre 1873.
(♀ ad., la Teste, 28 février 1875.)
3. ♀ ad., la Teste, 5 avril 1875.
4. ♀ ad., Marseille, 13 décembre 1878.
(♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 25 décembre 1880.)
5. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Htes-Pyrénées), 20 octobre 1879.

6. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 7 novembre 1880.
7. ♀ ad. (noce), Dannemarie, près Melun, 2 avril 1882.
8. ♂ jeune de l'année, Dannemarie, près Melun, 14 juin 1882.
9. ♀ jeune de l'année, Dannemarie, près Melun, 14 juin 1882.
10. ♀ ad., le Crotoy, 6 décembre 1883.
11. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 5 octobre 1882.
12. ♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 14 septembre 1883. Le front et les parties inférieures sont d'un brun isabelle accentué.
13. ♂ ad., forêt de la Teste, 23 avril 1887; légère teinte isabelle.

52. — *Dendrocopus leuconotus* (Bechst.) 1802

Bechstein, Vieillot, Brehm, Malherbè : *Picus l.* ; Bonaparte : *Pipripicus l.* ; Gray : *Dendrodromas l.*

Picus leuconote.

Mus. P. et cat. Marm. : *PICUS LEUCONOTUS* Bechst.

Pic leuconote.

1. ♂ adulte, Pologne.

53. — *Dendrocopus medius* (L.) 1758.

Linné, Scopoli, Bechstein, Temminck, Roux, Naumann : *Picus medius*; *Picus varius*, Vieillot ; Cabanis et Heine, Gray, Hargitt (Cat.), Sharpe (H. list) : *Dendrocopos m.*

Pic mar ; Moyen Epeiche ; Pic varié (Brisson).

Mus. P. et Cat. Marm. : *PICUS MEDIUS*.

Pic mar.

1. ♂ ad., Choisy-le-Roi, 3 mai 1869.
2. ♂ ad., Touraine, 5 novembre 1871.
3. ○ jeune pris au nid, forêt de Compiègne, 9 juin 1877.
4. ○ jeune pris au nid, forêt de Compiègne, 9 juin 1877.

54. *Dendrocopus minor* (L.) 1758.

Linné, Bechstein, Brehm, Naumann, Loche : *Picus minor*; Bonaparte : *Pipripicus m.*; Gray : *Xylocopus minor*.

Pic épeichette ; Epeichette d'Europe ; Petit Pic varié.

Mus. P. et cat. Marm. : *PICUS MINOR* Linn.

Epeichette.

(♂ ad., Pologne).

(♀ ad., Alsace, décembre 1868.)

1. ♀ ad., bois de Boulogne, 28 mars 1876.
2. ♂ ad., Maligny (Yonne), 4 juin 1877.
3. ♂ ad., Grand-Camps (Calvados), 18 janvier 1880.
4. ♂ ad., 5 décembre 1879.

55. — *Picoïdes tridactylus* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Cuvier, Brehm, Naumann : *Picus trid.*; Boie : *Dryobates trid.*;
Malherbe : *Picoïdes europaeus* (Less); Swainson, Bonaparte : *Apternus trid.*

Pic tridactyle.

Cat. Marm. : *PICOIDES TRIDACTYLUS* Lacép.

Pic tridactyle.

1. ♂ ad., Norvège, septembre 1868.

56. — *Picus viridis* (L.) 1758.

Boie, Bonaparte, Gray, Gilioli, Dubois, Hargitt (Cat.), Sharpe (H. list) : *Gecin-*
nus v.; Malherbe : *Chloropicus v.*

Pic-vert; Pivert.

Mus. P. et Cat. Marm. : *GECINUS VIRIDIS* Boie.

Pic vert.

(♂ ad., bois de Boulogne.)

1. ♀ ad., le Crotoy, 15 octobre 1872.
2. ♂ ad., Fontainebleau, 20 novembre 1872.
3. ♂ ad., le Crotoy, 2 janvier 1874.
4. ♂ ad., forêt de la Teste, 10 mars 1875.
5. ♀ ad., le Crotoy, 17 décembre 1876.
6. ♀ ad., Vauvert (Gard), 18 novembre 1877.
7. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 16 juin 1878.
8. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 30 mai 1880.
9. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 29 mai 1880.
10. ♂ ad. (variété), Saint-Martin-de-Crau, 6 décembre 1881.

57. — *Picus canus viridicanus* (Wolf) 1818

Wolf : *Picus viridi-canus*; Roux : *Picus canus* Gm. Sharpe (H. list) : *Gecin-*
canus (Gm.) (part.)

Pic cendré verdâtre; Pic à tête grise.

Mus. P. et Cat. Marm. : *GEVINUS CANUS* Boie.
Pic cendré.

1. ♂ ad., Saint-Symphorien (Manche), 12 avril 1865.
2. ♀ ad., ad., Saint-Dizier, novembre 1868.
3. ♀ ad., Val Jouan (Seine-et-Marne), 17 janvier 1879.
4. ♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 27 février 1887.

58. — *Jynx torquilla* (L.) 1758

Linné, Gray, Lesson, Jaubert et Lap. : *Yunx torq.*; Brehm : *Jynx l.*; Salvadori
Jynx t.

Torcol ordinaire; Torcol verticille; Tord-cou.

Cat. Marm. : *YUNX TORQUILLA* Lin.

Torcol.

1. ♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
2. ♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 18 août 1873.
3. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 septembre 1873.
4. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 septembre 1873.
5. ♂ ad., la Teste, 15 septembre 1877.
6. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 9 octobre 1880.
7. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 décembre 1881.
8. ♂ ad., le Crotoy, 18 avril 1887.
9. ♀ ad., le Crotoy, 18 avril 1887.

VI. — CUCULIDÉS

59. — *Cuculus canorus* (L.) 1758

Coucou commun, ordinaire ou gris.

Mus. P. et cat. Marm. : *CUCULUS CANORUS*. L.

Coucou gris.

1. ♀ ? ad.
(♂ ad., forêt de Compiègne, 16 mai 1869.)
2. ○ jeune, forêt de Compiègne, 3 juillet 1869.
(♂ ad., Mestras, près Arcachon, 24 avril 1871.)
3. ♂ ad., Villenoye, près Meaux, 30 mai 1875.
4. ♂ ad., la Teste, 29 avril 1876.
5. ♂ ad., la Teste, 6 mai 1876.
6. ♂ ad., la Teste, 21 mai 1876.
7. ○ jeune de l'année, le Crotoy, 11 août 1876.

8. ♂ ad., forêt de Compiègne, 12 mai 1877.
9. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 31 juillet 1877.
10. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 16 juillet 1878.
11. ♂ ad. noce, la Teste, 9 mai 1879.
12. ♀ jeune de l'année, la Bernerie, 26 août 1882.
13. ♂ ad., Bicarosse (Landes), 2 mai 1885.
14. ♀ jeune, le Crotoy, 2 août 1886.

60. — *Coccyzus americanus* (L.) 1758

Linné, Temminck : *Uculus am.*; Bonaparte : *Erythrophrys an.*; Gray : *C. bairdi*. Sci.

Coucou de la Caroline (Brisson).

Cat. Marm. : *COCCYZUS AMERICANUS* Jenyns.

Coulicou américain.

1. ♀ ad., Nissan (Hérault), 20 juillet 1886.

VII. — CORACIDÉS

61. — *Coracias garrulus* (L.) 1758

Linné, Temminck, Gray, Naumann : *C. garrula*; Vieillot, Roux : *Galgulus g.*

Rollier d'Europe; R. ordinaire; Geai bleu; Rollier-Geai.

Cat. Marm. : *CORACIAS GARRULA*, L.

Rollier ordinaire.

(♂ ad., Russie.)

1. ♂ ad., Russie.
2. ♂ ad., France méridionale.
3. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 17 août 1879.
4. ♂ ad. noce, Bosphore (Turquie), 5 mai 1875.
5. ♀ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 27 août 1882.
6. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 6 septembre 1883.

VIII. — MÉROPIDÉS

62. — *Merops apiaster* (L.) 1758

Guêpier commun;

Cat. Marm. : *MEROPS APIASTER* L.

Guêpier vulgaire.

(ad., Kustendje, 19 mai 1875.)

(ad., Kustendje, 14 mai 1875.)

(♂ ad., Séville (Espagne), 16 juin 1877.)

1. ♂ adulte (noce), Saint-Gilles (Camargue), 25 avril 1880.

2. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 25 avril 1880.

(♂ ad. (noce), Buth-Déré (Turquie), 11 avril 1870.)

3. ♀ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 10 juin 1881.

4. ♂ ad., Sada (Algérie), 5 mai 1882.

5. ♂ ad., l'Albaron, 2 septembre 1885.

6. ♀ ad., l'Albaron, 2 septembre 1885.

63. — *Merops persicus* (Pall.) 1773.

Keis. et Bl., Brehm, Dresser : *M. persicus*; Lesson, Bonaparte, Loche : *M. aegyptius* Forsk.; Heuglin, Bocage : *M. superciliosus* Vieill.; Temminck, Cresson : *M. Savignii*.

Le guépier Savigny; le guépier rousse-gorge; G. d'Egypte.

Cat. Marm. : *MEROPS AEGYPTIUS* Forskal.

Guépier Savigny.

1. ♂ Oumache, près Biskra, juin 1884.

IX. — ALCÉDINIDÈS

64. — *Alcedo ispida* (L.) 1758

Gray, Lesson : *A. hispida*.

Martin-pêcheur; Martin-p. alcyon; Alcyon; Saint-Martin; Martinet-pêcheur.

Cat. Marm. : *ALCEDO ISPIDA* L.

Martin-pêcheur vulgaire.

1. Un ad.

(♀ ad., le Crotoy, 4 octobre 1872.)

2. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 2 septembre 1877.

3. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 10 septembre 1877.

4. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 18 septembre 1877.

5. ♀ ad., le Crotoy, 2 septembre 1878.

6. ♀ ad., Maligny (Yonne), 15 novembre 1878.

7. ♂ ad., Maligny (Yonne), 15 novembre 1878.

65. — *Ceryle rudis* (L.) 1758

Linné, Vieillot, Temminck : *Alcedo rudis*; Boie, Loche : *C. rudis*.

Le Martin-pêcheur blanc et noir (Brisson).

Cat. Marm. : *CERYLE RUDIS* Boie.

Ceryle pie.

1. Un adulte, Europe.

X. — CERTHIIDÈS

66. — *Sitta europaea caesia* Volf, 1804

Bechstein, Temminck, Roux, Naumann, Lesson, Jaubert et B. Lap. : *S. europaea*; Gray, Degland et Gerbe, Dresser, Schalow, Sharpe (H. list) : *Sitta caesia*.

Sittelle Torchepot.

Mus. P. et cat. Marm. : *SITTA EUROPAEA* L.

Sittelle d'Europe.

1. ♂ ad., Saint-Symphorien (Manche), 20 octobre 1869.

2. ♂ ad., la Teste, 28 février 1875.

3. ♀ ad., la Teste, 28 février 1875.

4. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 25 septembre 1878.

5. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 24 septembre 1881.

6. ♀ ad., forêt de la Teste, 12 mars 1886.

7. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 16 octobre 1886.

67. — *Certhia brachydactyla* (Brehm) 1880

C. megarhynchos Brehm; Gray : *C. familiaris*.

Mus. P. : *CERTHIA FAMILIARIS* (L.).

Grimpereau ordinaire.

Cat. Marm. : *CERTHIA BRACHYDACTYLA* Brehm.

Grimpereau brachydactyle.

1. Un ad.

2. Un ad.

(♀ ad., bois de Boulogne, 1^{er} décembre 1878).

3. ♂ ad., bois de Clamart (Seine), 5 février 1882.

4. ♀ ad., environs de Melun, 2 avril 1882.

5. ♂ ad., le Crétot, 10 décembre 1886.

6. ♂ ad., la Teste (Gironde), 22 janvier 1888.

68. — *Certhia familiaris macrodactyla* (Brehm) 1831

Brehm : *C. macrod.* et *C. brachyrhynchos*, 1855; *C. Costae* Bailly; Sharpe (H. list) : *C. familiaris* L. (part.).

Grimpereau Costa (Fatio).

Mus. P. et cat. Marm. : *CERTIA FAMILIARIS* L.

Grimpereau familier.

1. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges); 29 septembre 1878.

69. — *Tichodroma muraria* (L.) 1766

Linné : *Certhia mur.*; Vieillot : *Petrodroma m.*; *Tichodroma phoenicoptera* Tem.

Grimpereau de muraille.

Cat. Marm. : *TICHODROMA MURARIA* Illig.

Tichodrome échelette.

1. ♀ (noce), Bagnères-de-Bigorre, 10 mars 1878.
2. ♂ ad., (hiver), Bagnères-de-Bigorre, 29 mars 1878.
3. ♂ ad., (hiver), Bagnères-de-Bigorre, 15 février 1880.
4. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 6 décembre 1881.
5. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 10 décembre 1882.
6. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 22 février 1886.
7. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 20 février 1888.

XI. — UPÛPIDÉS

70. — *Upupa epops* (L.) 1758

Huppe commune : Huppe; Puput (Brisson).

Cat. Marm. : *UPUPA EPOPS* L.

Huppe vulgaire.

- (♀ ad., le Crotoy, 16 mai 1869.)
1. ♀ ad., le Crotoy, 4 septembre 1876.
2. ♂ ad., le Crotoy, 11 août 1877.
3. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 4 avril 1878.
4. ♂ ad., le Crotoy, 20 avril 1879.
- (♀ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 27 juin 1880.)
5. ♀ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 14 août 1880.
6. ♂ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 14 août 1880.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 8 août 1885.

XII. — CORVIDES

71. — *Corvus corax corax* (L.) 1758

Corvus maximus Scopoli; *C. littoralis* Brehm.

Corbeau noir; Gros corbeau; le grand corbeau.

Cat. Marm. : *CORVUS GORAX*, L.

Grand corbeau.

1. ♀ jeune, falaises de Dieppe, 20 mai 1869.
2. ♂ jeune, falaises de Dieppe, 20 mai 1869.
3. ♀ ad., vieille forêt de la Teste, 10 mars 1873.
4. ♀ ad., vieille forêt de la Teste, 23 mars 1873.
5. ♀ ad., vieille forêt de la Teste, 28 janvier 1873.
6. ♂ ad., vieille forêt de la Teste, 9 mai 1879.
7. ♀ ad., vieille forêt de la Teste, 13 février 1886.

72. — *Corvus corone* (L.) 1758

Gray, Sharpe (Cat.) : *Corone corone*.

Corneille noire; Corbeau corneille.

Cat. Marm. : *CORVUS CORONE* L.

Corneille.

1. ♂ ad., bassin d'Arcachon, 8 février 1872.
2. ♀ ad., la Teste, 26 janvier 1873.
3. ♂ ad., forêt de la Teste, 18 mars 1877.
4. ♀ ad., forêt de la Teste, 18 mars 1877.
5. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 12 janvier 1883.

73. — *Corvus cornix* (L.) 1758

Corvus cinereus Leach; Gray, Sharpe (Cat.) : *Corone cornix*.

Corneille mantelée; C. grise; Corbeau mantelé.

Cat. Marm. : *CORVUS CORNIX* L.

Corbeau mantelé.

1. ♂ ad., le Crotoy, 27 novembre 1868.
2. ♂ ad., le Crotoy, 27 décembre 1874.
3. ♀ ad., le Crotoy, 27 décembre 1874.
4. ♀ ad., le Crotoy, 27 décembre 1874.
5. ♀ ad., bois de Boulogne, 14 décembre 1845.

74. — *Corvus frugilegus* (L.) 1758

Loche, Sharpe (Cat. et H. list) : *Trypanocorax fr.* ; Gray : *Frugilegus fr.*

Mus. P. TRYPANOCORAX FRUGILEGUS (L.).

Corbeau freux ; Freux ; la Corneille moissonneuse (Brisson).

Cat. Marm. : CORVUS FRUGILEGUS L.

Freux.

1. ○ ad. (anomalie, mandibule supérieure allongée et fortement recourbée).

2. ♀ jeune de première année, Mestras (Arcachon), 8 novembre 1872.

3. ♂ ad., Bruay, près Béthune, 25 décembre 1874.

4. ♀ jeune de l'année, le Crottoy, 27 décembre 1874.

(♀ jeune de l'année, le Crottoy, 27 décembre 1874).

5. ○ poussin, Cuts, près Noyon (Oise), 3 mai 1876.

6. ○ poussin, Cuts, près Noyon (Oise), 3 mai 1876.

7. ♀ poussin, Bagnères-de-Bigorre, 20 décembre 1878.

75. — *Colœus monedula spermologus* (Vieill.) 1817

Linné : *Corvus Mon.* ; Vieillot : *Corvus sperm.* ; Boie, Bonaparte : *Lycus monedula* ; Kaup, Sharpe (Cat.) : *Colœus mon.* (part.) ; Brehm : *Monedula turrium* ; Gray : *Lycos m.* ; Sharpe (H. list) : *Col. spermologus*.

Corbeau choucas ; petite Corneille ; C. des clochers ; Choucas.

Mus. P. et Cat. Marm. : CORVUS MONEDULA Linn.

Choucas.

1. ♂ ad., forêt de Compiègne, 3 mai 1869.

2. ♀ ad., forêt de Compiègne, 16 mai 1869.

3. ♀ ad., bois de Boulogne, 22 mai 1879.

4. ♂ ad., bois de Boulogne, 22 mai 1879.

5. ♂ ad., bois de Boulogne, 22 mai 1879.

6. ♂ ad., bois de Boulogne, 24 mai 1879.

7. ♀ jeune de l'année, forêt de Compiègne, 10 juin 1885.

8. ♂ jeune de l'année, forêt de Compiègne, 10 juin 1885.

76. — *Pyrhcorax graculus* (L.) 1758⁽¹⁾

Linné : *Corvus graculus* ; Temminck, Sharpe (Cat.) : *Pyrh. pyrrh.* ; Gray, Naumann, Roux, Jaubert et Lap. : *Pyrh. alpinus* V. ; ? Reichenow : *Pyrhcorax alpinus*, puis *P. graculus* ; Sharpe (H. list) : *Pyrh. alpinus* Vieill.

⁽¹⁾ V. Harter, *Vögel palæarct. Fauna*, I, p. 36, et p. 35 pour l'espèce suivante.

Chocard des Alpes ; Choucas des Alpes, Chocard alpin ; Corneille à bec jaune.

Mus. P. et cat. Marm. : *PYRRHOCORAX ALPINUS* Vieill.

Chocard des Alpes.

(○ ad., Pyrénées).

1. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 15 mars 1871.
2. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 20 décembre 1878.
3. ♂ ad., Alpes de la Suisse, 15 janvier 1879.
4. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 avril 1882.
5. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 avril 1882.
6. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 6 mars 1888.

77. — *Pyrrhocorax pyrrhocorax* (L.) 1758

Linné : *Upupa pyrrh.* ; Lesson, Olphe-Galliard : *Fregilus europaeus* Lesson ; Naumann : *Corvus graculus* ; *Pyrrh. rupestris* Brehm ; Reichnow : *Pyrrh. graculus*, puis *Pyrrh. pyrrhocorax* ; Sharpe (Cat. et H. list) : *Graculus graculus* ; Fatio, Gilioli : *Fregilus graculus*.

Mus. P. : *FREGILUS GRACULUS* L.

Grave commun ; *Pyrrhocorax coracias* ; Coracias à bec rouge.

Cat. Marm. : *CORACIA GRACULA* Gray.

Coracias des Alpes ; Grave ordinaire.

(♂ ? ad., Pyrénées).

(♂ ? ad., Pyrénées).

1. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 21 décembre 1878.
2. ♀ ad., Belle-Ile-en-Mer, 25 décembre 1879.
3. ♂ ad., Belle-Ile-en-Mer, 6 février 1880.
4. ♀ ad., Belle-Ile-en-Mer, 6 février 1880.
5. ♀ ad., Belle-Ile-en-Mer, 20 octobre 1881.
6. ♂ ad., Belle-Ile-en-Mer, 8 janvier 1882.
7. ♀ ad., Belle-Ile-en-Mer, 8 janvier 1882.
8. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 13 février 1882.
9. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 20 octobre 1885.

78. — *Nucifraga caryocatactes caryocatactes* (L.) 1758

Linné : *Corvus car.* ; Neumann : *Nuc. car.*

Casse-noix commun ; C. moucheté.

Cat. Marm. : *NUCIFRAGA CARYOCATACTES* Tem.

Casse-noix ordinaire.

1. ○ ad.
2. ○ ad., octobre 1850.
3. ♂ ad., montagnes du Jura, 8 décembre 1885 (acheté aux Halles).
4. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 27 octobre 1887.
5. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 4 octobre 1887.

79. — *Pica pica* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann : *Corvus p.* ; *Pica melanoleuca* Vieillot ; Bonaparte, Jaubert et Lap. : *Pica caudata* Keys, et Bl. ; *Pica vulgaris* Brehm ; *Pica rustica* Dresser ; Gray : *P. caudata*.

Mus. P. : *PICA RUSTICA* (Scop.)

Pie d'Europe ; Pie commune ; Agasse.

Cat. Marm. : *PICA CAUDATA* L.

Pie ordinaire.

1. ♀ ad. (var. blanche), le Crotoy, 1^{er} janvier 1870.
2. ♀ ad., la Teste, 28 janvier 1873.
3. ♂ ad., la Teste, 28 janvier 1873.
4. ♀ ad., le Crotoy, 22 décembre 1876.
5. ○ poussin, Cuts (Oise), 20 mai 1877.
6. ○ poussin, Cuts (Oise), 20 mai 1877.
7. ♀ ad., (hiver), les Isles (Camargue), 13 janvier 1878.
8. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 26 décembre 1881.
9. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 24 janvier 1882.

80. — *Cyanopica cyanus cooki* (Bp.) 1850

Bonaparte, Fritsch, Dresser : *Cyanopica cooki* ; Gray ; *Pica cooki* ; Sharpe (H. list) : *Cyanopolius c.*

Mus. P. : *CYANOPOLIUS CYANEUS* (Pall.).

Cat. Marm. : *PICA CYANEA* Wagl.

Pie bleue.

1. ♂ ad., Espagne, 24 avril 1868.
2. ○ jeune de l'année, Corca del Rio, près Séville (Espagne), 22 juin 1877.

81. — *Garrulus glandarius* (L.) 1758

Linné : *Corvus gl.* ; *Glandarius germanicus*, *G. septentrionalis*, etc. Brehm.

Geai commun ; G. glandivore.

Cat. Marm. : GARRULUS GLANDARIUS Vieill.

Geai ordinaire.

1. ♀ ad., Villers, près Mantes, 12 novembre 1871.
2. ♀ ad., le Crotoy, 4 octobre 1872.
(♀ ad., la Teste, 31 mai 1875.)
3. ♀ ad., le Crotoy, 19 octobre 1875.
4. ♂ poussin, Cuts (Oise), 24 juin 1877.
5. ♂+ poussin, Cuts (Oise), 24 juin 1877.
6. ♂+ jeune sortant du nid, Cuts (Oise), 2 juillet 1877.
7. ♂ ad., Cuts (Oise), 20 octobre 1878.

(A suivre.)

PRÉSENTATION A LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Par M. ERNEST LEBON

DE SON OUVRAGE INTITULÉ :

SAVANTS DU JOUR :

GABRIEL LIPPMANN, BIOGRAPHIE, BIBLIOGRAPHIE DES ÉCRITS⁽¹⁾

Séance du 22 juillet 1911

J'ai l'honneur de présenter à mes collègues l'Opuscule consacré à M. GABRIEL LIPPMANN, Membre honoraire de la Société Philomathique. Je reproduis tout d'abord les paroles prononcées par M. GASTON DARBOUX, Secrétaire perpétuel, en signalant cet Opuscule à l'Académie des Sciences dans la séance du 17 juillet 1911.

Cette Notice nouvelle est composée avec le même soin, avec le même souci de l'exactitude et selon la même méthode que les notices précédemment parues. Nous y signalerons plus particulièrement les détails si intéressants et si curieux que donne M. E. Lebon sur la jeunesse et les premières études de notre illustre confrère, sur les séjours qu'il a fait dans les Universités étrangères, sur l'accueil qu'il y reçut des savants les plus éminents : Kirchhoff et Helmholtz en particulier. Je me souviens encore que, lors d'un passage à Paris, Helmholtz prit plaisir à nous signaler celui qu'il avait vu à l'œuvre dans son laboratoire comme un de ceux qui devaient sans retard être pourvus d'un enseignement magistral à la Sorbonne.

M. Ernest Lebon ne néglige pas de nous faire connaître la genèse des plus belles découvertes de GABRIEL LIPPMANN, il nous donne une longue liste des travaux qu'il a inspirés et qui ont été accomplis dans son laboratoire de la Sorbonne.

Nous n'hésitons pas à prédire à cette nouvelle Notice le succès et la faveur qui ont accueilli les précédentes.

En faisant remarquer que M. G. LIPPMANN a bien voulu m'aider à faire le classement de ses Mémoires et Notes et qu'il a approuvé la

⁽¹⁾ Un volume grand in-8° de VIII-70 pages, papier de Hollande, avec un portrait en héliogravure : Paris, Gauthier-Villars, 15 juillet 1911.

dernière épreuve d'imprimerie de cet Opuscule, je demande que l'on veuille bien me permettre de reproduire quelques-uns des paragraphes de la *Notice* que j'ai composée sur la *Vie et les travaux* de M. GABRIEL LIPPMANN.

M. G. LIPPMANN ouvrit très brillamment sa carrière scientifique par la découverte de l'Électrocapillarité. Lorsqu'il travaillait dans le laboratoire du physiologiste W. Kühne, à Heidelberg, celui-ci lui montra une expérience qui fut le point de départ de ses recherches. Cette expérience, très ancienne d'ailleurs, mais presque oubliée alors, était la suivante : un globule de mercure immergé dans de l'eau acidulée se contracte brusquement lorsqu'on le touche avec un fil de fer, comme se contracte un muscle tétanisé. Le phénomène restant sans explication, M. G. LIPPMANN chercha à en trouver l'interprétation. Un lien n'existerait-il pas entre les phénomènes électriques et les phénomènes capillaires ? Il constata expérimentalement que des relations étroites unissaient la capillarité et l'électricité : le mouvement est dû à la variation de la tension superficielle du mercure ; celle-ci est fonction continue de la force électromotrice, ou différence de potentiel, établie à la surface. Sur ce principe qu'il avait énoncé dans une Note présentée par Pasteur à l'Académie des Sciences, le 9 juin 1873, M. G. LIPPMANN construisit l'électromètre capillaire. La description et le mode d'emploi de cet appareil se trouvent dans la plupart des *Traité*s d'Électricité. D'un maniement facile, aux indications instantanées, l'électromètre de M. G. LIPPMANN est aussi le plus sensible des électromètres, car il mesure au delà des dix-millièmes de volt. Son importance est considérable. Non seulement M. G. LIPPMANN lui-même en a fait de nombreuses applications, parmi lesquelles il convient de citer ses expériences de 1885 pour la mesure de la résistance des liquides, mais plusieurs physiciens l'ont appliqué avec succès à des recherches qu'il eût été impossible d'aborder sans son secours. Les physiologistes même l'ont employé. Ainsi M. Marey en fit usage pour saisir et fixer à l'aide de la photographie les fluctuations rapides que subit le courant fourni par le cœur et les muscles pendant leur contraction. Guidé par la théorie, M. G. LIPPMANN constata ensuite que les phénomènes électrocapillaires sont réversibles, c'est-à-dire que si l'électrisation produit une variation de la surface mercurielle, inversement une variation de l'aire de cette surface produit une force électromotrice. Tout appareil électrocapillaire est réversible : si, par exemple, on réunit deux électromètres capillaires par un fil électrique, ils se commandent réci-

proquement et peuvent servir, comme deux téléphones, à transmettre la parole. A. Breguet a construit ainsi, en 1881, des téléphones électrocapillaires. M. G. LIPPMANN a de même réalisé un moteur électrocapillaire qui est réversible, comme le sont les dynamos : l'instrument tourne quand on le met dans le circuit d'une pile et, inversement, il fournit indéfiniment un courant électrique quand on entretient son mouvement de rotation. L'expérience de l'entonnoir en particulier a été répétée et variée par un grand nombre de physico-chimistes qui y ont cherché la confirmation de leurs théories. Un fil de mercure sort de la pointe effilée d'un entonnoir plongeant dans de l'eau acidulée : on obtient ainsi un courant électrique qui dure autant que l'écoulement du mercure. C'est à la surface des gouttes qui se forment, surface dont l'aire va en croissant, que se trouve la source d'électricité. Depuis l'année 1872, M. G. LIPPMANN publiait des Notes sur les résultats de ses délicates recherches. Ces Notes forment les prémisses de la Thèse qu'il soutint en Sorbonne le 24 juillet 1875 et qui est intitulée : *Relations entre les phénomènes électriques et capillaires*. Cette Thèse fut très remarquée des savants. Après avoir étudié expérimentalement les phénomènes électrocapillaires, M. G. LIPPMANN établit, sans avoir recours à aucune hypothèse sur le jeu des forces moléculaires, une théorie mathématique complète de ces phénomènes. Cette théorie est reproduite dans plusieurs Ouvrages importants sur l'Électricité, notamment dans ceux de J. Joubert et E. Mascart, J. Jamin et M. E. Bouty en France, de M. O. D. Chwolson en Russie. Elle repose à la fois sur la considération du cycle fermé, comme la théorie de Sadi Carnot sur laquelle elle est calquée, et sur le principe de la conservation de l'énergie. Ce fondement est tellement solide que, depuis trente ans, il n'y a eu rien à changer au premier travail de M. G. LIPPMANN.

Avec la découverte de l'Électrocapillarité, la découverte qui honore le plus M. G. LIPPMANN et qui lui a valu une réputation mondiale, c'est celle de la Photographie des Couleurs par la méthode interférentielle. Ces deux découvertes diffèrent essentiellement : tandis que la première est surtout la découverte d'une loi, la seconde est l'application géniale d'une théorie.

Dès 1886, en enseignant l'Optique à la Sorbonne, M. G. LIPPMANN avait entrevu la possibilité de fixer les couleurs du spectre solaire sur la plaque photographique. Mais la théorie ne pouvait être vérifiée immédiatement par l'expérience, car, pour réaliser les conditions exigées par elle, une couche sensible, transparente et sans grains

était indispensable; or, celle-ci ne fut trouvée par M. G. LIPPMANN qu'entre 1887 et 1891. Les résultats obtenus furent décisifs; et, le 2 février 1891, M. G. LIPPMANN faisait connaître à l'Académie des Sciences son « admirable » et « sensationnelle » découverte de la photographie des couleurs du spectre par la méthode interférentielle. « Je me suis, dit-il, proposé d'obtenir sur une plaque photographique l'image du spectre avec ses couleurs, de telle sorte que cette image demeurât désormais *fixée* et pût rester indéfiniment au grand jour sans s'altérer. » Sa Communication fut résumée dans la plupart des journaux quotidiens et reproduite dans un grand nombre de Publications périodiques françaises et étrangères, toujours accompagnée des commentaires les plus élogieux et les plus enthousiastes. M. G. LIPPMANN était donc parvenu à obtenir des spectres brillants : il avait employé les substances sensibles, les développateurs et les fixatifs courants en photographie à cette époque, mais il avait modifié notablement les conditions physiques de l'expérience....

Actuellement, grâce aux progrès de la technique, la durée de pose ne dépasse pas une minute et les résultats sont beaucoup plus beaux que ceux du début. On peut faire non seulement des paysages, des reproductions de tableaux, des photographies de fleurs, de fruits, d'objets divers, mais aussi des portraits et jusqu'à des photographies d'animaux. Dans son laboratoire de la Sorbonne, M. G. LIPPMANN montre les diverses photographies qu'il a obtenues lui-même par la méthode interférentielle. On remarque entre autres des vues prises dans le parc de Versailles, dans la forêt de Fontainebleau, en Normandie, en Suisse, dans les Pyrénées, à Venise. Toutes ces vues sont la reproduction exacte de la réalité. Les teintes plus ou moins vives, la lumière éclatante ou atténuée, l'air léger et transparent, sec ou humide, les contours nets ou adoucis sont rendus avec une vérité frappante. Malgré cela, l'industrie française se désintéresse de la photographie interférentielle. Il n'en est pas de même de l'industrie allemande : la maison Carl Zeiss, à Jéna, s'en occupe activement, et la maison R. Jahr, à Dresde, fabrique les plaques nécessaires. Ce ne serait pas la première fois qu'une invention française nous reviendrait de l'Etranger avec tous les perfectionnements qui la rendent pratique.

Bien des honneurs furent rendus à M. G. LIPPMANN à l'occasion de sa découverte de la photographie des couleurs naturelles. Deux surtout sont à retenir. En 1895, lord Kelvin était venu en France pour représenter la Société Royale de Londres à la célébration du centenaire de l'Institut de France. Profitant de son voyage, la

Société lui donna pour mission d'inviter M. G. LIPPMANN à aller lui exposer les résultats de ses recherches sur la photographie des couleurs. M. G. LIPPMANN accepta l'invitation et, le 23 avril 1896, il faisait devant la Société Royale une très brillante Communication. Le 10 décembre 1908, l'Académie Royale des Sciences de Suède lui attribuait la plus haute distinction qu'un physicien puisse désirer : le prix Nobel de Physique. Après un discours, prononcé en suédois, dans lequel il rappelle « les traits principaux de la *méthode Lippmann* », le Président de cette Académie, M. C. B. Hasselberg, se faisant l'interprète des sentiments de ses collègues, adressa à M. G. LIPPMANN, en français, les paroles suivantes, qui font bien sentir la valeur et la beauté de tout l'œuvre de ce savant physicien :

Monsieur le Professeur, dans ce que je viens de dire, j'ai tenté de donner les traits principaux d'un travail qui, parmi les nombreuses et belles recherches dont vous avez si souvent enrichi la science, a dû en premier lieu déterminer notre Académie à vous décerner le prix Nobel de Physique de cette année. Inutile de dire que ce travail, bien connu de tout le monde, est votre splendide découverte de la photographie des couleurs, découverte par laquelle vous avez donné non seulement un développement extrêmement précieux à l'art photographique, mais encore une illustration des lois générales de l'optique physique d'une élégance extraordinaire. Comme la photographie elle-même, ce grand problème de la fixation des couleurs est d'origine française; mais, ce que, pendant de longues années de travail assidu, n'ont pu obtenir ni Edmond Becquerel lui-même, ni ses successeurs dans tous les pays, vous l'avez réalisé d'une manière qui, à juste titre, doit être considérée comme essentiellement définitive, Agréez donc, Monsieur le Professeur, nos félicitations les plus sincères pour ce grand succès de vos travaux scientifiques, travaux par lesquels vous avez si puissamment contribué au progrès intellectuel de l'humanité et à la gloire scientifique de votre belle patrie.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE II-III

	Pages.
J. DESCHAMPS. — Calorimétrie et thermodynamique des gaz.....	29
A. MENEGAUX. — Catalogue des oiseaux de la collection Marmottan du Mu- seum d'histoire naturelle de Paris.....	61
E. LEBON. — G. Lippmann, biographie, bibliographie des écrits.....	100

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille..	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille.....	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille...	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	8.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5 »
Plusieurs feuilles.....	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1 ^{re} série : 1789-1805.....	3 volumes in-4°
2 ^e série : 1807-1813.....	3 volumes in-4°
3 ^e série : 1814-1826.....	13 fascicules in-4°
4 ^e série : 1832-1833.....	2 volumes in-4°
5 ^e série : 1836-1863.....	28 fascicules in-4°
6 ^e série : 1864-1876.....	13 fascicules in-8°
7 ^e série : 1877-1888.....	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société.....	5 francs
— pour le public.....	12 —

Mémoires originaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société Philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André; E. Becquerel, de l'Institut; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut; Bouty, de l'Institut; Bourgeois; Descloizeaux, de l'Institut; Fouret; Gernez; Hardy; Haton de La Goupillière, de l'Institut; Laisant; Laussedat; Léauté, de l'Institut; Mannheim; Moutier; Peligot, de l'Institut; Pellat; — *pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix; Bureau; Bouvier, de l'Institut; Chatin, de l'Institut; Drake del Castillo; Duchartre, de l'Institut; H. Filhol, de l'Institut; Franquet; Grandidier, de l'Institut; Henneguy, de l'Institut; Milne-Edwards, de l'Institut; Mocquard; Poirier; A. de Quatrefages, de l'Institut; G. Roze; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

SÉRIE X. — TOME III

N° 4-5-6

1911

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

A LA SORBONNE

1911



Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1911

Président : M. HUA, 254, boulevard Saint-Germain.

Vice-Président : M. SERVANT, 33, Grande-Rue, Bourg-la-Reine.

Trésorier : M. RABAUD, 3, rue Vauquelin.

Secrétaire des séances : M. WINTER, 44, rue Saint-Placide.

Vice-Secrétaire des séances : M. LEBON, 4 bis, rue des Écoles.

Secrétaire du Bulletin : M. COUTIÈRE, 118, avenue d'Orléans.

Vice-Secrétaire du Bulletin : M. NEUVILLE, 55, rue de Buffon.

Archiviste : M. HENNEGUY, 9, rue Thénard.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2^e et 4^e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le *Bulletin*.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. VÉZINAUD, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, V^e.

EXTRAITS DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES

Séance du 25 février 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

M. Legendre fait une communication sur la salubrité des huîtres et des parcs ostréicoles.

Séance du 8 avril 1911

PRÉSIDENCE DE M. LÉCAILLON, ANCIEN PRÉSIDENT

M. Fauré-Fremiet fait une communication sur la spermatogenèse de l'*Ascaris megalocephala*.

M. Henneguy fait une communication sur la parthénogenèse expérimentale chez la grenouille, obtenue par piqure d'œufs non fécondés.

Séance du 29 avril 1911

M. Marage fait une communication intitulée : Contribution à l'étude des consonnes.

M. Malher fait une communication sur une étude de l'oxydation de la houille (étude poursuivie à l'École des Mines).

Séance du 13 mai 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

M. Henneguy fait une communication sur ce qu'il a vu au Congrès des anatomistes de Leipzig relativement à une nouvelle méthode d'Oskar Schülze pour la préparation de muscles, de nerfs et d'organes de petits animaux.

M. Launoy fait une communication sur la réaction de Wassermann et son mécanisme.

M. Terroine fait une communication sur la catalyse par les ferments.

Séance du 22 juillet 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

Le Président présente un ouvrage de M. Ernest Lebon, intitulé *Savants du jour : Gabriel Lippmann*, Biographie, Bibliographie des Écrits.

Séance du 28 octobre 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

M. A. Ménegaux présente à la Société son opuscule intitulé : *La protection des oiseaux et l'industrie plumassière*.

Séance du 11 novembre 1911

PRÉSIDENCE DE M. HENNEGUY, ANCIEN PRÉSIDENT

M. Fauret-Frémiet fait une communication sur la valeur des indications données par quelques colorants vitaux.

M. Paul Lemoine présente son ouvrage intitulé : *Géologie du Bassin de Paris*.

Séance du 9 décembre 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

M. Pellegrin fait une communication sur un Poisson-caméléon, le *Mesonauta insignis* Hœkel, dont les transformations de couleur sont très rapides.

Séance du 23 décembre 1911

PRÉSIDENCE DE M. HUA, PRÉSIDENT

M. Daniel Berthelot expose les expériences de M. Bouchard sur la stabilité des aéroplanes et les dangers de l'atterrissage.

CATALOGUE DES OISEAUX DE LA COLLECTION MARMOTTAN DU MUSÉUM
D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS,

Par A. MENEGAUX.

(Suite)

XIII. — LANIIDÉS

82. — *Lanius excubitor* L., 1758

Lanius major Gmelin ; Gray : *Collyrio exc.*

Pie-grièche grise.

Cat. Marm. : LANIUS EXCUBITOR L.

Pie-grièche grise.

1. ♀ jeune de la première année, le Crotoy, 24 octobre 1869.
2. ♂ jeune adulte, le Crotoy, 20 décembre 1877.
3. ♂ ad., le Crotoy, 9 décembre 1879.
4. ♀ ad., Cergy (Seine-et-Oise), 30 novembre 1879.
5. ♀ ad., Paris, 7 février 1879 (coll. Alléon).
6. ♂ ad., environ de Nîmes, 3 février 1886.
7. ♀ ad., le Crotoy, 7 décembre 1886.
8. ♂ ad., le Crotoy, 7 décembre 1886.

83. — *Lanius excubitor meridionalis* Tem., 1820

Gray : *Collyrio mer.* ; Sharpe (H. list.) : *L. merid.*

Mus. P. et Cat. Marn. : LANIUS MERIDIONALIS. Tem.

Pie-grièche méridionale.

(♂ jeune de l'année, Corca del Rio, près Séville (Espagne),
23 juin 1877).

1. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 22 décembre 1879.
2. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 5 janvier 1880.
3. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 30 octobre 1881.
4. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 13 novembre 1881.
5. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 septembre 1882.
6. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 15 octobre 1884.
7. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 5 novembre 1884.
8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 26 janvier 1886.

9. ○ jeune de l'année, Saint-Martin-de-Crau, 28 avril 1882.

10. ♂ jeune de l'année, Saint-Martin-de-Crau, 5 septembre 1882.

Ces deux jeunes sont en premier plumage, car ni le front ni les ne sont noirs.

84. — *Lanius minor* Gm., 1788

Cabanis, Gray : *Enneoctonus m.*; *Enneoctonus italicus* Bonaparte; *Laniuroseus* Bailly.

Pie-grièche d'Italie.

Mus. P. et Cat. Marn. : LANIUS MINOR Gm.

Pie-grièche d'Italie.

1. ♂ ad., Sceaux, 15 juillet 1869.

[♀ ad., Maligny (Yonne), 3 juillet 1877.]

[♀ ad., l'Albaron (Camargue), 15 juin 1879.]

2. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 15 juin 1879.

3. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 21 juin 1879.

[♂ ad., l'Albaron (Camargue), 21 juin 1879.]

4. poussin, l'Albaron (Camargue), 10 juillet 1879.

5. ♂ poussin, l'Albaron (Camargue), 4 juillet 1879.

6. ♂ poussin, l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.

[♂ poussin, l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.]

Ces trois spécimens 4, 5, 6, n'ont pas de noir, ni au front ni aux lores.

7. ♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 11 mai 1880.

8. ♂ ad., le Crotoy, 16 mai 1885.

85. — *Lanius senator senator* L., 1758

Linné, Gray : *L. sen.*; Gmelin, Bechstein, Naumann, Malherbe : *Lan. rufus* Briss.; Sharpe, Gadow (Cat.) : *L. auriculatus* Müll.; Bonaparte, Loche : *Enneoctonus rufus*; *Lanius rutilans* Temminck; Gray : *Phoneus sen.*; Sharpe (H. list) : *Phoneus pomeranus* (Sparm.)

Pie-grièche rousse.

Mus. P. et Cat. Marm. : LANIUS RUFUS Briss.

Pie-grièche rousse.

(♂ ad., la Teste, 14 mai 1872).

1. ♀ jeune de la première année, la Teste, 23 août 1873.

2. ♂ jeune de la première année, Arcachon (Maison mauresque), 4 septembre 1873.

3. ♂ jeune de la première année, Arcachon (Maison mauresque), 7 septembre 1873.

4. ♂ ad., la Teste, 6 mai 1876.
5. ♂ jeune de l'année, la Teste, 9 septembre 1877.
6. ♂ jeune de l'année, la Teste, 15 septembre 1877.
7. ♂ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
8. ♀ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
- [♀ ad. (noce), la Teste, 29 avril 1878].
9. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 10 mai 1880.

Les numéros 1, 2, 3, 5, 6 n'ont pas encore la calotte rouge de l'adulte ; la tête, le dos et la face inférieure sont mouchetés de noir, le pourtour des yeux est blanchâtre.

86. — *Lanius collurio* L., 1758

Boie, Cabanis, Gray, Bocage, Sharpe (H. list.) : *Enneoctonus coll.*; *Enneoctonus reichenowi* Shelley.

Pie-grièche écorcheur ; Écorcheur.

Cat. Marm. : *LANIUS COLLURIO* L.

Pie-grièche écorcheur.

(♂ ad., Casteljaloux, 20 mai 1869).

1. ♂ jeune de première année, Arcachon (maison mauresque), 11 août 1873.
2. ♀ jeune de première année, Arcachon (maison mauresque), 2 septembre 1876.
3. ♂ ad. (noce), la Teste, 20 juin 1875.
4. ♂ ad. (noce), la Teste, 29 avril 1876.
5. ♂ ad. (noce), la Teste, 6 mai 1876.
6. ♀ jeune de l'année, Maligny (Yonne), 26 mai 1873.

C'est le spécimen 6, du 26 mai, qui présente les taches les plus nombreuses ; celui de septembre (n° 2) en a moins. Le pourtour des yeux est blanchâtre.

XIV. — STURNIDÉS

87. — *Sturnus vulgaris* L., 1758

St. varius Meyer ; *St. septentrionalis*, *sylvestris* Brehm ; *St. solitarius* Montagu.

Étourneau commun ; Sansonnet.

Cat. Marm. : *STURNUS VULGARIS* L.

Étourneau.

1. ♀ jeune de première année, Arcachon (cap Ferret), 8 novembre 1872.

2. ♂ ad., Arcachon, 8 mars 1874.
(♂ ad., transition, Châlons-sur-Marne, 28 septembre 1877.)
(♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 7 mars 1884.
3. ♀ jeune de première année, Saint-Martin-de-Crau, 28 novembre 1884.
4. ♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 14 mai 1885.
5. ♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 14 mai 1885.

88. — *Sturnus unicolor* Tem., 1820

Cat. Marm. : STURNUS UNICOLOR de la Marmora.

Étourneau unicolore.

1. ♂ ad., Sardaigne, 26 mai 1866.
2. ♀ ad., Espagne, 5 mai 1867.
3. ♂ ad., Marseille, 6 janvier 1869 (coll. Alléon).

89. — *Pastor roseus* (L.) 1758

Linné, Pallas, Gmelin : *Turdus roseus* ; Scopoli : *Sturnus roseus* ; Naumann, Keys. et Bl. : *Merula rosea* ; Roux, Bonaparte, Selys-Longch. : *Acridotheres roseus* ; Cuvier : *Gracula rosea*.

Martin roselin ; Martin rose ; Merle rose ; le Roselin.

Cat. Marm. : PASTOR ROSEUS Tem.

Martin roselin.

1. ♂ ad., la Dobrudscha, 17 juin 1882.
(♀ ad., la Dobrudscha, 1882).

XV. — FRINGILLIDÉS

90. — *Passer domesticus* (L.) 1758

Linné, Temminck, Roux, Naumann : *Fringilla domestica* ; Cuvier, Boie, Brehm : *Pyrgita d.* ; Loche : *P. tingitanus* Bp.

Moineau domestique ; M. franc ; Pierrot ; Gros-bec ; Moineau.

Cat. Marm. : PASSER DOMESTICUS Briss.

Moineau domestique.

- (♂ ad. (albinos), Paris, 15 juin 1870.
1. ♀ ad., le Crotoy, 19 septembre 1878 ; var. albine.
2. ♀ ad., Paris, 18 juillet 1879 ; var. noire.
3. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 30 octobre 1881 ; var. albine.
4. ♂ ad., le Crotoy, 6 janvier 1883 ; var. noire.

5. ♀ ad., le Crottoy, 16 janvier 1883.
6. ♀ ad., le Crottoy, 6 février 1883 ; var. foncée.
7. ♂ ad., le Crottoy, 6 février 1883.
8. ♀ ad., le Crottoy, 6 février 1883 ; var. foncée.
9. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 7 avril 1883.
10. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 9 juin 1883.

91. — *Passer italiae* (Vieill.) 1817.

Vieillot, Roux : *Fringilla it.* ; Crespon : *Fr. cisalpina* Tem. ; *Pyrgila italica* Bp. ; Keyserling et Bl. : *Passer italicus*.

Cat. Marm. : *PASSER ITALIAE* Vieill.
Moineau cisalpin.

1. Un adulte.

92. — *Passer hispaniolensis* (Tem.) 1820.

Temminck, Roux : *Fringilla hisp.* ; *Fringilla salicola* Vieillot ; *Pyrgila salicaria* Bp. ; Loche : *P. salicicolus* (Vieill.).

Cat. Marm. : *PASSER HISPANIOLEUSIS* Tem.
Moineau espagnol.

1. ♂ ad., (noce), Turquie, 2 juillet 1870 (coll. Alleon).
2. ♂ ad., Constantinople, 26 avril 1886 (coll. Alleon). — Très noir sur la poitrine.

93. — *Passer montanus* (L.) 1758

Linné, Temminck, Roux, Naumann, Crespon : *Fringilla montana* ; Cuvier, Bonaparte, Selys-Longch. : *Pyrgila m.*

Moineau de montagne ; M. friquet ; M. à tête rouge ; Gros-bec friquet.

Cat. Marm. : *PASSER MONTANUS* Briss.
Moineau friquet.

1. ♀ ad., Meaux, 23 novembre 1873.
2. ♂ ad., Paris, 12 décembre 1873.
3. ♂ ad., Paris, 12 décembre 1873.
4. ♂ ad., les Sylves de Quatret (Camargue), 10 janvier 1887.
5. ♂ ad., la Teste (Gironde), 27 novembre 1887.
6. ♂ ad., 11 janvier 1880.

94. — *Pyrrhula pyrrhula europæa* Vieill., 1816

Vieillot, Dresser, Gilioli. Sharpe (H. list) : *P. europæa*; Naumann, Crespon, Jaubert et B. Lap. : *P. vulgaris* Tem.; Gray : *P. rubicilla* Keys. et Bl.

Mus. P. : *PYRRHULA VULGARIS* (V.).

Bouvreuil d'Europe ordinaire; B. commun; B. écarlate.

Cat. Marm. : *PYRRHULA VULGARIS* Tem.

Bouvreuil ordinaire.

1. ♂ ad., Gisors, 6 avril 1873.
2. ♂ ad., la Teste, 10 mars 1875.
(♀ ad., la Teste, 5 décembre 1885.)
(♀ ad., la Teste, 5 décembre 1885.)
3. ♀ ad., forêt de la Teste, 26 mars 1876.
4. ♂ ad., forêt de la Teste, 26 mars 1876.
5. ♀ ad., forêt de la Teste, 9 mars 1877.
6. ♂ ad. (noce), Dannemarie, près Melun, 28 mars 1882.
7. ♀ ad. (noce), Dannemarie, près Melun, 28 mars 1882.
8. ♂ ad. (noce), Dannemarie, près Melun, 2 avril 1882.
9. ♂ ad. (noce), Farcy-les-Lys, près Melun, 8 mars 1884.
10. ♀ ad. (noce), Farcy-les-Lys, près Melun, 8 mars 1884.
11. ♂ ad. (noce), Farcy-les-Lys, près Melun, 8 mars 1884.
12. ♀ ad. (noce), Farcy-les-Lys, près Melun, 30 mars 1884.
13. ♂ ad. (noce), la Teste, 1^{er} avril 1887.
14. ♂ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
15. ♀ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
16. ♂ ad., la Teste (Gironde), 28 novembre 1887.
17. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1867.

95. — *Pyrrhula pyrrhula* (L.) 1758

Linné : *Loxia p.*; Dresser : *P. major* Brehm.; Bonaparte; Gray, *P. coccinea* Selys-L.; Reichenow : *P. rubicilla* Pall.

Mus. P. : *PYRRHULA RUBICILLA* Pall.

Cat. Marm. : *PYRRHULA COCCINEA* de Selys.

Bouvreuil ponceau.

(♀ ad., Pologne.)

(♂ ad., Pologne.)

1. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 11 octobre 1879.
2. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 1^{er} novembre 1879.
3. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 1^{er} novembre 1879.
4. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 1^{er} novembre 1879.

96. — *Carpodacus erythrinus* (Pall.) 1770.Pallas, Gmelin : *Loxia er.* ; Temminck, Naumann : *Pyrrhula er.*Cat. Marm. : CARPODACUS ERYTHRINUS Pall.
Roselin cramoisi.

1. ♂ ad., Pologne.
2. ♂ ad., Pologne.

97. — *Pinicola enucleator* (L.) 1758Linné : *Loxia en.* ; Vieillot, Roux : *Strobilophaga en.* ; Cuvier, Bonaparte : *Corythus en.* ; Temminck, Naumann : *Pyrrhula en.*

Bouvreuril Dur-bec ; Dur-bec.

Mus. P. et Cat. Marm. : CORYTHUS ENUCLEATOR L.
Dur-bec ordinaire.

1. ♂ ? ad., Pologne.
(♂ ? ad., Pologne).
2. ♂ ? ad., Pologne.

98. — *Loxia curvirostra curvirostra* L., 1758*Crucirostra abietina* Meyer.

Bec-croisé commun ; B. ou Loxie des sapins.

Cat. Marm. : LOXIA CURVIROSTRA L.
Bec-croisé ordinaire

1. ♀ jeune avant la première mue, le Crotoy, 18 septembre 1868.
(♂ ad. en mue, Fontainebleau, 24 octobre 1868).
2. ♂ ad., Normandie (Caux), 15 novembre 1868 ; mandibule inférieure recourbée à droite.
3. ♀ ad., Normandie (Caux), 15 novembre 1868.
4. ♂ ad., Saint-Dizier, 28 novembre 1868.
5. ♂ jeune de la première année, la Teste, 27 juillet 1873.
6. ♀ jeune de la première année, Arcachon (maison mauresque), 11 août 1873.
7. ♂ jeune de la première année, Arcachon (maison mauresque), 14 août 1873 ; mandibule recourbée à droite.
8. ♀ ad. en mue, Arcachon (maison mauresque), 14 août 1873.
9. ♂ jeune ad. de la deuxième année, la Teste, 18 octobre 1873.
10. ♀ ad., la Teste, 18 octobre 1873 ; mandibule recourbée à droite.
11. ♂ ad., la Teste, 21 octobre 1873 ; mandibule recourbée à droite.

12. ♂ ad., la Teste, 21 octobre 1873.
13. ♂ ad., la Teste, 21 octobre 1873.
14. ♀ ad., la Teste, 25 octobre 1873; mandibule recourbée à droite.
15. ♀ ad., la Teste, 25 octobre 1873.
16. ♂ jeune de la deuxième année, la Teste, 25 octobre 1873; mandibule recourbée à droite.
17. ♂ jeune de la deuxième année, la Teste, 25 octobre 1873.
18. ♀ ad., la Teste, 25 octobre 1873.
19. ♂ jeune de la deuxième année, la Teste, 25 octobre, 1873.
20. ♂ jeune d'un an, la Teste, 4 avril 1874.
(♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 26 octobre 1879).
(♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 octobre 1883).
(♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 octobre 1883).
21. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 octobre 1883.
22. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 octobre 1883.
23. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau, 25 octobre 1883.

98 bis. — Cat. Marm. : *LOXIA PITYOPSITTACUS* Bechst.

24. ♀ adulte, Pologne.
25. ♂ adulte, Pologne; mandibule inférieure recourbée à droite.
26. ♂ adulte, Pologne.
27. ♀ adulte, le Crotoy, 17 octobre 1887.

99. — *Coccothraustes coccothraustes* (L.) 1758

Linné, Gmelin : *Loxia cocc.*; Vieillot, Bonaparte, Gray, Roux, Jaubert et B. Lap. : *Cocc. vulgaris* Pall.; Naumann, Crespon : *Fringilla cocc.*; *Coccinea europæus* Swainson.

Gros-bec commun : Pinson gros-bec.

Mus. P. et Cat. Marm. : *COCCOTHRAUSTES VULGARIS* Vieill.

Gros-bec vulgaire.

1. ♂ ad., Bois de Boulogne, 20 mai 1868.
2. ♂ ad., la Teste, 1^{er} janvier 1876.
3. ♂ ad., la Teste, 5 novembre 1876.
4. ♀ ad., Auteuil, 2 avril 1877.
5. ♂ ad. (noce), Dannemarie, près Melun, 28 mars 1882.
6. ♂ ad., la Teste, 2 novembre 1887.
7. ♀ ad., 10 novembre 1879.
8. ♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 3 janvier 1888.
9. ♀ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 3 janvier 1888.
10. ♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 3 janvier 1888.

100. — *Chloris chloris* (L.) 1758

Linné : *Loxia chl.*; Temminck, Roux, Naumann, Crespon : *Fringilla chl.*;
Bonaparte, Jaubert et B. Lap., Loche : *Chlorospiza chl.*; Sharpe (H. list) :
Ligurinus chl.

Mus. P. : *CHLORIS HORTENSIS* Brehm.

Verdier commun; Vert-linot; Gros-bec verdier.

Cat. Marm. : *LAGURINUS CHLORIS* L.

Verdier ordinaire.

(♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 8 novembre 1872.)

1. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 8 novembre 1872.

2. ♀ ad., Bois de Boulogne, 14 avril 1875.

3. ♂ ad., Rang-du-Fliers, près Verton, 3 novembre 1878.

4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1880.

5. ♀ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 30 mars 1884.

101. — *Fringilla cœlebs* L., 1758

Temminck, Roux, Naumann, Crespon, Jaubert et B. Lap. : *Fr. cœl.*

Pinson ordinaire; Gros-bec pinson.

Cat. Marm. : *FRINGILLA CŒLEBS* L.

Pinson ordinaire.

1. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 mai 1873.

2. ♂ ad., Meaux, 23 novembre 1873.

3. ♂ ad., Meaux, 23 novembre 1873.

4. ♂ ad. (noce), la Teste, 20 juin 1875.

5. ♀ ad., la Teste, 26 mars 1876.

6. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1880.

7. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 10 avril 1885.

102. — *Fringilla montifringilla* L., 1758

Temminck, Roux, Naumann, Crespon, Jaubert et B. Lap. : *Fr. mont.*

Pinson d'Ardennes; P. du Nord; P. des montagnes; Gros-bec pinson.

Cat. Marm. : *FRINGILLA MONTIFRINGILLA* L.

Pinson d'Ardennes.

1. ♂ ad., le Crotoy, 10 janvier 1868.

(♀ ad., le Crotoy, 10 janvier 1868.)

2. ♀ ad., Meaux, 23 novembre 1873.
3. ♂ ad. (noce), la Teste, 13 mars 1873.
4. ♂ ad. (hiver), la Teste, 13 décembre 1878.
5. ♂ ad. (hiver), la Teste, 13 décembre 1878.
6. ♂ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
7. ♀ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
8. ♂ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
9. ♀ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
10. ♂ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
11. ♂ ad., le Hourdel (Somme), 3 février 1888.

103. — *Montifringilla nivalis* (L.) 1763

Linné, Temminck, Roux, Naumann, Jaubert et Lap.; *Fringilla niv.*; *Montif. glacialis* Brehm.

Pinson niverolle : N. des neiges ; Gros-bec niverolle.

Mus. P. et Cat. Marm. : *MONTIFRINGILLA NIVALIS* Brehm.

Niverolle des neiges.

- (♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 23 novembre 1878.
- (♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 23 novembre 1878.
1. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 20 décembre 1878.
2. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 20 décembre 1878.
3. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 2 janvier 1880.
4. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 24 novembre 1881.
5. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-Pyrénées), 24 novembre 1881.

104. — *Carduelis carduelis* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Roux, Naumann, Crespon : *Fringilla card.* ; Bonaparte, Jaubert et Lap. : *C. elegans* Steph. ; Hartert : *Acanthis card. card.*

Chardonneret élégant ; Gros-bec chardonneret.

Mus. P. et Cat. Marm. : *CARDUELIS ELEGANS* Steph.

Chardonneret.

1. ♂ ad., la Teste, 6 mai 1876.
- (♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.)
2. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 25 janvier 1881.
3. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1881.
- (♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1882.)
4. ♂ ad., environs de Nîmes, 14 février 1886.
5. ♀ ad., environs de Nîmes, 14 février 1886.

6. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 2 janvier 1888.
9. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 2 janvier 1888.
10. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 26 janvier 1888.

105. — *Spinus spinus* (L.) 1758

Linné, Temminck, Roux, Naumann, Crespon : *Fringilla sp.*; *Carduelis sp.*; *Ligurinus sp.*; *Chrysomitris dybowski* Taczanowski; Sharpe (H. list) : *Spinus sp.*; Hartert : *Acanthis sp.*; *Chrysomitris sp.* (L.).

Tarin commun; Linot d'hiver; Gros-bec tarin.

Must. P. et Cat. Marm. : *CHRYSOMITRIS SPINUS* L.

Tarin ordinaire.

(♂ ad., Casteljaloux, 4 mai 1869.)

1. ♂ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
2. ♀ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
3. ♂ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
4. ♀ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
5. ♂ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
6. ♀ ad. (hiver), forêt de la Teste (Gironde), 27 novembre 1877.
7. ♂ ad. (hiver), Maligny (Orne), 14 février 1878.
8. ♀ ad. (hiver), Maligny (Orne), 14 février 1878.
9. ♂ ad. (hiver), Maligny (Orne), 14 février 1878.
10. ♂ ad. (hiver), forêt de la Teste, 14 décembre 1877.
11. ♀ ad. (hiver), forêt de la Teste, 14 décembre 1877.
12. ♂ ad. (hiver), forêt de la Teste, 14 décembre 1877.

106. — *Spinus citrinella* (L.) 1766

Linné, Temminck, Roux, Naumann, Keys. et Blasius : *Fringilla cit.*; Jaubert et Lap., Loche : *Citrinilla alpina* Bp.; Salvadori, Gilioli : *Chlorophila cit.*; Gray : *Citrinella cit.*; Hartert : *Acanthis cit.*

Mus. P. : *CHRYSOMITRIS CITRINELLA* L.

Linotte venturon; Gros bec venturon, Venturon de Provence.

Cat. Marm. : *CITRINILLA ALPINA* Bp.

Venturon alpin.

1. ♂ ad. (noce), Vagney (Vosges), 2 avril 1880.
2. ♀ ad. (noce), Vagney (Vosges), 2 avril 1880.

3. ♂ ad. (noce), Vagney (Vosges), 1^{er} mai 1880.
4. ♀ ad. (noce), Vagney (Vosges), 1^{er} mai 1880.

107. — *Serinus canaria serinus* (L.) 1766

Linné, Temminck, Naumann : *Fringilla ser.*; Salvadori, Dresser, Gilioli, Reichenow : *S. hortulanus* Koch; Bonaparte, Jaubert et Lap., Loche : *S. meridionalis* Brehm; Sharpe (Cat. et H. list) : *Serinus serinus*; Gray : *Dryospiza serinus*.

Mus. P. : *SERINUS HORTALANUS* Koch.

Cini; Serin meridional.

Cat. Marm. : *SERINUS MERIDIONALIS* Bp.

Serin méridional. Cini.

1. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 29 mars 1874.
2. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 23 avril 1880.
3. ○ ad., environs de Nîmes (coll. Alleon).
4. ♀ ad., Poulx, près Nîmes, 7 décembre 1882.
5. ♂ ad. (hiver), les Sylves de Quatret (Camargue), 21 janvier 1885.
(♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 27 janvier 1885.
6. ♂ ad., les Sylves de Quatret (Camargue), 12 février 1887.

108. — *Acanthis cannabina* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann, Selys-Longch.; *Fringilla can.*; Bonaparte, Jaubert et B. Lap., Loche : *Linota can.*; Gray, Sharpe (H. list) : *Linaria can.*

Linotte commune; Linot; grande Linotte des vignes.

Cat. Marm. : *CANNABINA LINOTA* Gray.

Linotte vulgaire.

- (♂ ad., Mantes, 10 mai.)
[♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 23 décembre 1872.]
1. ♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 23 décembre 1872.
 2. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 28 juin 1875.
 3. ♂ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
 4. ♀ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
 5. ♂ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
 6. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
 7. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
 8. ○ ad. (albinos), le Crotoy, 19 janvier 1885.
 9. ♀ ad. (var. albine), le Crotoy, 16 mai 1885.
 10. ♀ ad. (var. albine), le Crotoy, 26 mars 1887.
 11. ♀ ad. (var. albine), le Crotoy, 9 octobre 1887.

109. — *Acanthis flavirostris* (L.) 1758

Linné, Gmelin : *Fringilla fl.*; Temminck, Roux, Naumann : *Fringilla montium* Gm.; *Cannabina fl.*; Bonaparte, Jaubert et B. Lap. : *Linota montium*; Dresser : *Linota fl.*; Sharpe (H. list) : *Linaria fl.*

Linotte de montagne; L. à pieds noirs; L. à bec jaune.

Cat. Marm. : *CANNABINA FLAVIROSTRIS* Brehm.

Linotte montagnarde.

1. ♂ ad., le Crotoy, 2 décembre 1868.
2. ♂ ad., le Crotoy, 19 février 1873.
3. ♂ ad., le Crotoy, 19 février 1873.
4. ♀ ad., le Crotoy, 19 février 1873.
5. ♀ ad., le Crotoy, 19 février 1873.

110. — *Acanthis linaria* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann : *Fringilla lin.*; Roux, Dresser : *Linaria borealis* Vieill.; David et Oustalet, Salvadori, Gray, Gilioli : *Aegiothus lin.*; *Linaria canescens* Gould; Swinhoe : *Aegiothus canescens* (Gould); Sharpe (H. list) : *Linaria lin.*

Mus. P. : *ACANTHIS BOREALIS* (V.).

Sizerin boréal; Tarin-sizerin; petit Linot de vigne.

Cat. Marm. : *LINARIA BOREALIS* Vieill.

Sizerin boréal.

1. ♀ ? ad., mars.
2. ♂ ? ad., mars.

110 bis. — Mus. P. : *ACANTHIS LINARIA* (L.)

Cat. Marm. : *LINARIA CANESCENS* Gould.

Sizerin blanchâtre.

1. ♂ ad., Pologne.
2. ♀ ad., Pologne.

111. — *Acanthis linaria cabaret* (P. L. S. Müller) 1776.

Vieillot, Müller : *Fringilla cabaret*; Roux, Sharpe (H. list) : *Linaria rufescens* Vieillot, 1818; Jaubert et B. Lap. : *Acanthis ruf.*; Gray : *Ægiothus ruf.*; Salvadori : *Ægiothus cabaret*; Sharpe (Cat.) : *Ac. lin. rufescens* (V.); Sharpe (H. list) : *Linaria ruf.*

Mus. P. : *ACANTHIS RUFESCENS* (V.).

Sizerin cabaret; Tarin roussâtre.

Cat. Marm. : *LINARIA RUFESCENS* Vieill.
Sizerin cabaret.

1. ♂ ad. (hiver), Maligny (Yonne), 28 janvier 1878.
2. ♀ ad. (hiver), Maligny (Yonne), 28 janvier 1878.
3. ♂ ad. (hiver), Maligny (Yonne), 28 janvier 1878.
4. ♂ ad. (hiver), Maligny (Yonne), 28 janvier 1878.
5. ♂ ad. (hiver), Maligny (Yonne), 28 janvier 1878.

112. — *Emberiza melanocephala* Scop. 1769.

Vieillot : *Passerina mel.* ; Bonaparte, Salvadori : *Euspiza mel.*

Bruant à tête noire ; B. mélanocéphale.

Cat. Marm. : *PASSERINA MELANOCEPHALAI* Scop.
Passerine mélanocéphale, Crocote.

○ ad., Crimée.

♂ ad. (noce), Dimidji (Turquie), 2 juillet 1870 (coll. Alleon).

113. — *Emberiza calandra* L., 1758

Linné (1766), Gmelin, Temminck, Roux, Crespon, Jaubert et B. Lap. : *E. miliaria* ; Bonaparte, Loche : *Cynchramus mil.* ; Cabanis : *Crithrophaga mil.* ; Sharpe (Cat. et H. list) : *Miliaria mil.* (L.) ; Gray : *Spinus milliaris*.

Mus. P. : *MILIARIA SEPTENTRIONALIS* (Brehm).

Bruant proyer ; Proyer d'Europe : Gros-bec bruant.

Cat. Marm. : *MILIARIA EUROPEA* Swains.
Proyer d'Europe.

- [♂ ad. (noce), le Crotoy, 8 mai 1875.]
 - [♂ ad. (noce), le Crotoy, 5 mai 1875.]
 - 1. ♂ ad. (noce), la Teste, 14 avril 1878.
 - [♂ ad. (noce), la Bernerie-en-Retz, 21 avril 1878.]
 - 2. ♀ ad. (noce), la Bernerie-en-Retz, 21 avril 1878.
 - [♀ ad. (hiver), le Crotoy, 20 janvier 1879.]
 - 3. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 17 décembre 1879.
 - 4. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 17 décembre 1879.
 - 5. ○ ad. (variété blanche), coll. Alleon.
 - 6. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 17 janvier 1881.
 - 7. ♀ ad. (var. blanche), Saint-Martin-de-Crau, 18 septembre 1882.
- La tête, la gorge, le dos et les rectrices médianes sont très blanches ainsi que les rémiges primaires. Dans le numéro 5, les rémiges pri-

maires sont restés foncés. Sur l'abdomen, les taches foncées persistent.

114. — *Emberiza citrinilla* L., 1758.

Gray : *Citrinella cit.*

Bruant jaune ; B. commun.

Cat. Marm. : *EMBERIZA CITRINILLA* L.

Bruant jaune.

[○ ad. (variété) Saclay, août.]

1. ♀ ad., Meaux, 23 novembre 1873.)
 (♂ ad., Villers, près Mantes, 24 juillet 1875.)
 (♀ ad., Villers, près Mantes, 24 juillet 1875.)
 (♂ ad., le Crotoy, 22 avril 1876.)
 (♂ ad., (hiver), le Crotoy, 23 février 1878.)
 [♂ poussin, Villers, près Mantes, 5 septembre 1875.]
 (♂ ad. (hiver), les Iscles (petite Camargue), 16 décembre 1878.)
2. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 4 novembre 1880.
3. ♂ ad. (hiver), les Iscles, 17 janvier 1881.
 [♂ ad. (hiver), les Sylves de Quatret (Camargue), 19 janvier 1885.]
4. ♀ ad. (hiver), les Sylves de Quatret (Camargue), 19 janvier 1885.
5. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 7 avril 1885.
6. ♀ ad., Bruay, 7 avril 1885.
7. ♂ ad., Bruay, 7 avril 1885.
8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 24 janvier 1887.
9. ♂ ad., les Sylves de Quatret (Camargue), 12 février 1887.
10. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1887.

115. — *Emberiza cirlus* L., 1766

Gray : *Cirlus cirlus* (L.).

Bruant zizi ; B. de haies.

Cat. Marm. : *EMBERIZA CIRLUS* L.

Bruant zizi.

1. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 23 mars 1872.
 (♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 6 mars 1875.)
 (♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 21 mars 1875.)

- (♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 16 décembre 1878.)
 (♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 16 décembre 1878.)
 2. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 17 janvier 1881.
 3. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 17 janvier 1881.
 4. ♀ ad. (hiver), Saint-Gilles (Camargue), 20 décembre 1881.
 5. ♂ ad. (hiver), le Crottoy, 10 décembre 1883.
 6. ♂ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 6 avril 1885.
 7. ♀ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 7 avril 1885.

116. — *Emberiza cia* L., 1766

E. lotharingica Gmelin; *E. meridionalis* Cabanis : Gray : *Cia cia*.

Bruant fou; B. des prés; Fou des prés; B. passager.

Mus. P. et Cat. Marm. : EMBERIZA CIA L.

Bruant fou.

- (♂ ad., Besançon, 10 juin 1867).
 1. ♂ ad., Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales), 11 février 1877.
 2. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 16 décembre 1878.
 3. ♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 16 décembre 1878.
 4. ♂ ad. (hiver), les Sylves de Quatret (Camargue), 12 février 1887.

117. — *Emberiza hortulana* L., 1758

Bonaparte, Bettoni, Loche : *Hortulanus chlorocephalus* (Gm.); Gray : *Glycispiza h.*

Bruant ortolan; B. à moustaches.

Cat. Marm. : EMBERIZA HORTULANA L.

Bruant Ortolan.

1. ♂ ad., Arcachon (Landes près la Hume), 31 août 1872.
 2. ♀ ad., Arcachon (Landes près la Hume), 31 août 1872.
 3. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 4 mai 1873.
 4. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 4 mai 1873.
 5. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 4 mai 1873.
 6. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 4 mai 1873.
 7. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 mai 1873.
 [♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 9 mai 1873.]
 [♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 10 mai 1880.]

118. — *Emberiza schœniclus* (L.) 1758

Linné; *Fringilla* Sch.; Bonaparte, Jaubert et B. Lap., Loche : *Schœnicola arundinacea* (Gm.); Temminck, Roux, Naumann : *Em. sch.*; Gray : *Schœnicola schœnicla*.

Bruant des roseaux; Ortolan des roseaux. Moineaux des rivières.

Cat. Marm. : *CYNCHRAMUS SCHœNICLUS* Boie.

Bruant des roseaux.

1. ♂ jeune de l'année, la Teste (landes entre Cazeaux et la Teste), 28 décembre 1872.
2. ♀ jeune de l'année, Mestras, près Arcachon, 6 janvier 1873.
3. ♂ ad., le Crotoy, 19 février 1873.
4. ♀ ad., la Teste, 21 mars 1875.
(♀ ad., la Teste, 31 mars 1875.)
5. ♂ ad. (noce), Hable-d'Ault, près Cayeux, 20 avril 1877.
6. ♂ ad. (noce), Hable-d'Ault, près Cayeux, 1^{er} mai 1877.
7. ♀ ad. (noce), Hable-d'Ault, près Cayeux, 1^{er} mai 1877.
8. ♂ ad. (noce), Hable-d'Ault, près Cayeux, 1^{er} mai 1877.
9. ♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 26 décembre 1877.
10. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 13 janvier 1878.
11. ♂ ad. (demi-noce), les Iscles (Camargue), 19 février 1878.
[♂ ad. (Gros-bec), les Iscles (Camargue), 4 janvier 1878.]
12. ♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 4 janvier 1879.
13. ♀ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 15 avril 1880.
14. ♂ jeune d'un an, les Iscles (Camargue), 18 novembre 1881.
15. ♂ ad., les Sylves de Quatret, 12 février 1887.
16. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 5 février 1888.

119. — *Emberiza pyrrhuloides palustris* Savi.

Savi, Roux, Bonaparte : *Emb. pal.*; Jaubert et B. Lap. : *Schœnicola pyrrhuloides* (nec Pall.); Sharpe (Cat. et H. list) : *Pyrrhulorhyncha palustris*; Gray : *Schœnicola pyr.*

Mus. P. : *CYNCHRAMUS PALUSTRIS* (Savi).

Bruant de marais.

Cat. Marm. : *CYNCHRAMUS PYRRHULOÏDES* Cab.

Bruant pyrrhuloïde.

1. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 4 janvier 1879.
2. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 15 avril 1880.

3. ♀ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 15 avril 1880.
4. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 17 avril 1880.
5. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 29 avril 1880.
6. ♀ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 29 avril 1880.
7. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 29 avril 1880.
8. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 29 avril 1880.
9. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 29 avril 1880.
10. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 6 mai 1881.
[♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 6 mai 1881.]
11. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 15 janvier 1882.
[♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 1^{er} mars 1882.]
12. ♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 22 décembre 1883.
13. ♀ ad. (noce), la Dobrudscha, 22 mars 1882.
14. ♂ ad. (noce), la Dobrudscha, 24 avril 1882.

120. — *Passerina nivalis* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann, Gray : *Emberiza niv* ; Latham : *Emb. glacialis* ; Vieillot : *Passerius niv.* ; Boie, Bonaparte, Jaubert et B. Lap. : *Plectrophanes niv.* ; Salvadori, Sharpe (H. list.) : *Plectrophenax nivalis*.

Bruant de neige ; *Plectrophanes* de neige ; *Ortolan* de neige.

Mus. P. et Cat. Marm. : *PLECTROPHANES NIVALIS* L.

Bruant de neige.

1. ♂ ad., le Crotoy, 15 octobre 1869.
2. ♀ ad., le Crotoy, 5 décembre 1869.
3. ♂ ad., le Crotoy, 5 décembre 1869.
4. ♀ ad., le Crotoy, 10 février 1873.
5. ♂ ad., le Crotoy, 14 décembre 1873.
6. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 24 novembre 1873.
7. ♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1873.
8. ♀ ad., le Crotoy, 24 novembre 1873.
9. ♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1873.
10. ♀ ad., le Crotoy, 24 novembre 1873.
11. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 24 novembre 1873.
12. ♂ ad., le Crotoy, 2 juillet 1876 ; ayant vécu en cage depuis l'hiver précédent.
(♂ jeune de l'année, le Crotoy, 3 décembre 1877.)
13. ♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.
14. ♀ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878 ; anneau net et très foncé sur le jugulum.

15. ♀ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.
 (♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.)
 16. ♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.
 17. ♀ ad., le Crotoy, 20 janvier 1879.

XVI. — ALAUDIDÉS

121. — *Alauda arvensis* L., 1758

A. vulgaris Leach.; Crespon, Gray: *A. montana* Brehm.

Alouette des champs; *A. communis*; *A. noire*; La Girole (Mont-beilliard).

Cat. Marm. : *ALAUDA ARVENSIS* L.

Alouette des champs.

1. ♂ ad. (variété isabelle), le Crotoy, 8 janvier 1868.
2. ♀ ad., le Crotoy, 20 avril 1869.
3. ♂ ad., le Crotoy, 20 avril 1869.
4. ♀ ad., variété mouchetés, le Crotoy, 12 décembre 1871.
5. ♀ ad., Mestras, près Arcachon, 13 mars 1872.
6. ♀ ad., variété blanchâtre, Mestras, près Arcachon, 11 novembre 1872.
7. ♂ ad., très forte taille, la Teste, 31 mars 1875.
8. ♂ ad. (variété isabelle), Paris, 3 janvier 1877.
 (♀ ad., le Crotoy, 29 novembre 1878.)
9. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
10. ♀ ad., très forte taille, Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
11. ○ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 16 août 1884.
12. ♂ ad., le Hourdel, 26 janvier 1886.
13. ♂ ad., le Hourdel, 26 janvier 1886.
14. ♀ ad., le Hourdel, 26 janvier 1886.

122. — *Lullula arborea* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann, Crespon, Jaubert et Lap., Loche : *Alauda arb.*;
 Roux : *A. nemorosa* Gm.; Kaup. : *Lullula arb.*

Alouette lulu; Mauviette; la petite Alouette huppée (Brisson).

Cat. Marm. : *ALAUDA ARBOREA* L.

Alouette lulu.

1. ♂ ad., le Crotoy, 10 janvier 1868.

2. ♀ ad., le Crotoy, 10 janvier 1868.
3. ♂ ad., le Crotoy, 10 janvier 1868.
4. ♀ ad., Pornichet, près Saint-Nazaire, 14 juin 1878.
5. ♂ jeune de l'année, Pornichet, près Saint-Nazaire, 29 juin 1878.
6. ♂ jeune de l'année, Pornichet, près Saint-Nazaire, 13 août 1878.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
8. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.

123. — *Calandrella brachydactyla* (Leisler) 1814

Leisler, Temminck, Naumann, Jaubert, Crespon, Jaubert et Lap. : *Alauda br.* ; Bonaparte, Gray : *Al. calandrella* Savi ; Loche, Sharpe (Cat. et H. list), Hartert : *Cal. br.* ; Brehm : *Melanocorypha gallica* ; Gray : *Calandrella cal.*

Alouette à doigts courts ; *A. calandrella*.

Mus. P. et Cat. Marm. : *ALAUDA BRACHYDACTYLA* Leisler.

Calandrelle.

(○ ad., sables du Pouliguen, près le Croisic, 31 mai 1865.)

(♂ jeune, sables du Bourg-de-Batz, près le Croisic, 5 septembre 1869.)

(ad. Casteljalous, 11 mai 1869.)

1. ad. (noce), environs de Nîmes, 10 mai 1880.
2. ad. (noce), environs de Nîmes, 25 mai 1880.
3. ad., Poulx, près Nîmes, 20 juin 1883.

124. — *Calandrella minor heinei* (Hom.) 1873

Homeyer : *Calandritis H.* ; *Calandrella* ou *Alaudula pispoletta* auct. (V. Hartert, I, p. 219) ; Sharpe (H. list) : *Alaudula h.*

Mus. P. et Cat. Marm. : *ALAUDA PISPOLETTA* Pall.

Alouette pispolette.

1. ♀ ad., bords du Volga, mai.

125. — *Ammomanes deserti algeriensis* Sharpe, 1890.

Gmelin : *Alauda lusitana* ; Loche : *Annomanes deserti* ; Bonaparte et Loche : *Annomanes isabellina*.

Mus. P. : *AMMOMANES ALGERIENSIS* Sharpe.

Cat. Marm. : *ALAUDA LUSITANA* Gm.

Alouette isabelline.

[○ ad., Algérie (Biskra), février.]

- [○ ad., Algérie (Biskra), février.]
 [○ ad., Sahara (Biskra), 10 avril 1881.]

126. — *Ammomanes phœnicura arenicolor* (Sundev.) 1850

Sundeval : *Alauda arenicolor*; Loche : *Ammomanes regulus* Bp. et *Am. elegans* Bp.; Sharpe (H. list) : *A. arenicolor* (Sundev.).

Mus. P. et Cat. Marm. : AMMOMANES CINCTURA Gould.
 Alouette.

1. Un ad., Sahara (Biskra), 10 avril 1881.

127. — *Eremophila alpestris flava* (Gm.) 1788

Gmelin : *Alauda fl.*; Temminck, Naumann, Selys-Longch. : *Alauda alpestris* L.;
 Jaubert et Lap. : *Otocoris alp.*; Cabanis, Dubois, Gray, Sharpe (Cat. et H.
 list) : *Otocorys alp.*

Alouette hausse-col noir; A. ou *Otocorys alpestre*; Ceinture de
 prêtre.

Mus. P. et Cat. Marm. : OTOCORIS ALPESTRIS Bp.
 Alouette de Sibérie, à hausse-col.

1. ♂ ad., le Crotoy, 6 décembre 1869.
2. ♂ ad., le Crotoy, 6 décembre 1869.
3. ♀ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
4. ♂ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
5. ♀ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
6. ♀ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
7. ♂ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
8. ♂ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
- (♂ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.)
9. ♀ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
10. ♀ ad., le Crotoy, 8 décembre 1869.
11. ♀ ad., le Crotoy, 21 novembre 1878.
12. ♀ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.
- (♂ ad., le Crotoy, 24 novembre 1878.)
13. ♀ ad., le Crotoy, 17 avril 1885.
14. ♂ ad., le Crotoy, 24 janvier 1886.
15. ♀ ad., le Crotoy, 24 janvier 1886.
16. ♂ ad., le Crotoy, 24 janvier 1886.

128. — *Melanocorypha calandra* (L.) 1766

Linné, Temminck, Naumann, Roux, Crespon : *Alauda cal.*; Brehm, Cabanis, Jaubert et Lap., Loche, Sharpe (Cat.). *Melanocorypha cal.*

Alouette calandre ; Calandre ou grosse Alouette.

Cat. Marm. : MELANOCORYPHA CALANDRA L.

Calandre.

(○ ad., Algérie, mars.)

(○ ad., Algérie, mars.)

1. ♂ ad., environs de Nîmes, 13 janvier 1880.
2. ♀ ad., environs de Nîmes, 13 janvier 1880.
3. ♀ ad. (noce), environs de Nîmes, 23 avril 1880.
♀ [ad. (noce), environs de Nîmes, 25 mai 1880.]
4. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 25 mai 1880.
5. ♂ ad., environs de Nîmes, 11 juin 1882.
6. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 8 octobre 1882.
7. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 8 octobre 1882.
8. ♂ ad., Poulx, près Nîmes, 15 novembre 1882.
9. ♂ ad., environs de Nîmes, 14 avril 1883.

129. — *Melanocorypha sibirica* (Gm.) 1788

Gmelin : *Alauda sib.*; Gray : *Mel. leucoptera*.

Cat. Marm. : MELANOCORYPHA SIBIRICA Gm.

Calandre sibérienne.

1. Un adulte.

2. ♀ ad., Dimirdji (Turquie), 2 janvier 1872 (coll. Alleon).

130. — *Melanocorypha yeltoniensis* (Forst.) 1767

Forster : *Aladua y.*; *Alauda nigra* Stephens; *Alauda leucoptera* Pall.

Mus. P. et Cat. Marm. : MELANOCORYPHA TATARICA Pall.

Calandre nègre.

1. ♂ jeune de première année, steppes du Volga.

2. ♂ ad., Russie, juin 1860.

Le numéro 1 est encore moucheté avec taches noires.

131. — *Alaemon alaudipes alaudipes* Desf.

Desfontaines : *Upupa al.*; Temminck, Malherbe : *Alauda bifasciata* Lcht;
Swainson, Gould : *Certhilauda bif.* (Lcht.); Gray, Loche, Shelley, Dresser :
Certhil. desertorum Rüpp.; Salvadori, Sharpe (Cat. et H. list) : *Alaemon al.*

Cat. Marm. : *CERTHILAUDA DESERTORUM* Bp.

Sirli des déserts.

1. Un ad., Biskra (Algérie), février.
2. Un ad. (plus petit de taille), Biskra (Algérie), mars.

132. — *Galerida cristata* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Pallas, Naumann, Roux, Crespon : *Alauda c.*; *Al. matutina*
Boddaert; Boie, Jaubert et Lap., Loche, Dresser, Salvadori : *G. cristata*; *G.*
et Megalophonus randoni Loche.

Alouette huppée; A. cochevis.

Cat. Marm. : *GALERIDA CRISTATA* L.

Cochevis huppé.

[○ ad., Algérie (Biskra), février.]

[○ ad., Algérie (Biskra), février.]

1. ♀ ad., Meaux, 23 novembre 1873.
2. ○ jeune de l'année, le Crotoy, 28 juin 1875.
[♂ ad., le Crotoy, 26 septembre 1875.]
[♂ ad., le Crotoy, 26 septembre 1875.]
[♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 décembre 1878.]
3. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 25 décembre 1878.
4. ♀ ad. (hiver), le Hourdel (Somme), 25 décembre 1879.
5. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 21 avril 1880.
6. ♀ ad. Saint-Gilles (Camargue), 27 octobre 1881.
7. ♀ ad. Saint-Gilles (Camargue), 27 octobre 1881.
8. ♀ ad. l'Albaron (Camargue), 22 février 1882.
9. ○ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 31 juillet 1882.
10. ♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 2 avril 1883.
11. ♀ ad., Maruejols-les-Gardon (Gard), 6 novembre 1884.
12. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 28 novembre 1884.

XVII. — MOTACILLIDÈS

133. — *Anthus campestris* (L.) 1758

Linné : *Alauda camp.* ; Roux : *A. rufus* ; Vieillot, Pennetier : *A. rufescens*
 Tem. ; Gray, Bonaparte, Degland et G. : *Agrodroma camp.*

Pipit rousseline ; Agrodrome champêtre ou rousseline.

Cat. Marm. : *AGRODROMA CAMPESTRIS* L.

Pipit Rousseline.

1. ♂ ad., le Crotoy, 29 avril 1868.
2. ♂ ad., le Crotoy, 29 avril 1868.
 (♂ ad., le Crotoy, 31 août 1869.)
3. ○ ad., Mestras, près Arcachon, 26 avril 1871.
4. ♀ ad., landes d'Arese, près Arcachon, 17 mai 1872.
 [○ jeune de l'année, Arcachon (Landes, près la Teste),
 13 août 1872.]
5. ♀ ad., Arcachon (Landes, près la Teste), 31 août 1872.
6. ♂ ad., Arcachon (Landes, près la Teste), 31 août 1872.
 (♂ ad., le Crotoy, 14 mai 1875.)
7. ♂ jeune, variété blanche, le Crotoy, 30 août 1875.
8. ♀ ad., le Crotoy, 9 septembre 1875.
9. ♂ ad., le Crotoy, 9 septembre 1875.
10. ♂ ad., la Bernerie, 4 septembre 1882.
11. ♂ ad., la Bernerie, 4 septembre 1882.

134. — *Anthus richardi* Vieill., 1818.

Gray, Loche : *Corydalla Richardi*.

Pipit Richard ; Corydalle de Richard.

Cat. Marm. : *CORYDALLA RICHARDI* Vieill.

Pipit Richard.

1. ♂ ad., le Crotoy, 30 avril 1869.
2. ♀ ad., le Crotoy, 30 avril 1869.
3. ♂ ad., Asie centrale.
4. ♀ ad., Asie centrale.

135. — *Anthus pratensis* (L.) 1758

Linné : *Alauda prat.* ; Gray : *Sipola prat.*

Pipit farlouse; Pipit des prés, des buissons; Pipit becfigue;
Alouette des prés.

Cat. Marm. : *ANTHUS PRATENSIS* Bechst.

Pipit des prés, Farlouse.

- . (♀ ad., Mestras, près Arcachon, 13 mars 1872.)
- (♂ ad., Mestras, près Arcachon, 13 mars 1872.)
- (♂ ad., Mestras, près Arcachon, 13 mars 1872.)
- (♂ ad., Mestras, près Arcachon, 13 mars 1872.)
- (♂ ad., le Crotoy, 15 novembre 1878.)
- 1. ♂ ad., les Moutiers (Loire-Inférieure), 5 mai 1879.
- 2. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 30 janvier 1881.
- 3. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 30 janvier 1881.
- 4. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 10 février 1881.
- (♀ ad., Poulx, près Nîmes, 20 octobre 1881.)
- 5. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 novembre 1881.]
- [♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 novembre 1881.)
- (♂ ad., la Bernerie, 20 septembre 1882.)
- 6. ♂ ad., la Bernerie, 20 septembre 1882.
- 7. ♀ ad., la Bernerie, 20 septembre 1882.
- 8. ♂ ad., la Bernerie, 20 septembre 1882.

136. — *Anthus trivalis* (L.) 1758

Linné : *Alauda triv.* ; Temminck; Roux. Naumann : *A. arboreus* Bechstein;
Pipastes arboreus; Gray : *Pipastes plumatus*.

Pipit des arbres; Alouette buissonnière, bocagère, gros Bec-
figue.

Cat. Marm. : *ANTHUS ARBOREUS*. Bechst.

Pipit des arbres, Farlouse.

- 1. ♂ ad., la Teste, 19 avril 1875.
- 2. ♀ ad., la Teste, 19 avril 1875.
- 3. ♂ ad., Villers, près Mantes, 25 juillet 1875.
- 4. ♀ ad., la Teste, 19 mai 1878.

137. — *Anthus cervinus* (Pall.) 1827

Pallas, Naumann, Loche, Jaubert : *Molacilla cervina*; Bonaparte, Lichstein
Taczanowski : *A. rufogularis* Brehm.

Cat. Marm. : ANTHUS CERVINUS Pall.

Pipit gorge rousse.

1. ♂, la Dobrudscha, 25 avril 1883 (donné par M. Alleon).

138. — *Anthus spinoletta* (L.), 1758.

Linné : *Alauda* sp.; Temminck, Naumann : *A. aquaticus* Bechstein; Jaubert
et Lap., Sharpe (H. list), Hartert : *A. spinoletta* (L.).

Cat. Marm. : ANTHUS SPINOLETTA Bp.

Pipit spioncelle.

1. ♂ ad. (hiver), Camargue, 10 novembre 1879.
[♀ ad. (hiver), Camargue, 10 novembre 1879.]
[♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1880.]
2. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 10 février 1881.
3. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 novembre 1881.
4. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
5. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
6. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
7. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 1^{er} décembre 1881.
8. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1882.
9. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 28 décembre 1883.

139. — *Anthus obscurus* (Lath.) 1790

Latham. : *Alauda obs.*; Bonaparte, Naumann : *A. rupestris* Nilss.; *A. aquaticus*
Roux; *A. littoralis* Brehm.

Pipit obscur; P. aquatique.

Cat. Marm. : ANTHUS OBSCURUS Lath.

Pipit obscur, maritime.

1. ○ ad., Arcachon (Ile-aux-Oiseaux), 13 novembre 1872.
2. ♀ ad., le Crotoy, 10 octobre 1878.
3. ♀ ad., le Crotoy, 8 novembre 1878.
4. ♀ ad., le Crotoy, 8 novembre 1878.
5. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 2 janvier 1879.
6. ♂ ad., le Crotoy, 4 janvier 1888.

140. — *Budytes flavus* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann, Crespon, Sharpe (H. list) : *Motacilla flava*; Gray, Cuvier, Brehm, Jaubert et L. : *B. flava*.

Mus. P. : *MOTACILLA FLAVA* L.

Bergeronnette de printemps; B. jaune.

Cat. Marm. : *BUDYTES FLAVA* L.

Bergeronnette printanière; jaune.

(♀ jeune de l'année, le Crotoy, 29 avril 1868)

1. ♂ ad., le Crotoy, 20 avril 1869.
(♂ ad., Casteljaloux, 20 avril 1869.)
(♀ ad., Casteljaloux, 25 avril 1869.)
(♀ jeune, le Crotoy, 9 septembre 1877.)
(♂ ad., Pornichet, près Saint-Nazaire, 15 juin 1878.)
2. ♂ ad., (noce), les Iscles (Camargue), 22 avril 1879.
3. ♀ ad., marais des Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
4. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
[♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.]
5. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 14 avril 1879.
6. ♂ ad., marais de Bouin (Vendée), 14 avril 1879.
7. ♀ ad., variété, Marseille, 3 octobre 1880 (Alleon).
8. ♂ jeune de l'année, Arles (Bouches-du-Rhône), 29 avril 1881.
9. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 4 mai 1882.
10. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 11 septembre 1882.
11. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 11 septembre 1882.
12. ♂ ad., les Sylves de Quatret, près Aigues-Mortes, 29 avril 1889.
13. ♂ ad., les Sylves de Quatret, près Aigues-Mortes, 29 avril 1889.
14. ♂ ad., les Sylves de Quatret, près Aigues-Mortes, 8 avril 1887.
15. ♂ ad., les Sylves de Quatret, près Aigues-Mortes, 8 avril 1887.

141. — *Budytes campestris rayi* Bp.

Bonaparte : *B. rayi*; Sharpe (H. list) : *Motacilla r.*

Cat. Marm. : *BUDYTES RAYI* Bp.

Bergeronnette de Ray.

(ad., Arcachon, 10 avril 1871.)

142. — *Budytes melanocephalus* (Lcht.) 1823

Lichtenstein, Naumann : *Motacilla melanocephala*; Sharpe (Cat. et H. list) : *Mot. feldeggii* Michakelles.

Mus. P. : *MOTACILLA FELDEGGI* Mich.

Bergeronnette Feldegg; B. à tête cendrée; B. à tête plombée.
 Cat. Marm. : BUDYTES FELDEGGI Mich. (= *B. melanocephala* Menest.)
 Bergeronnette mélanocéphale.

1. ♂ ad. (noce), Tchekmedji (Turquie), 26 avril 1871 (coll. Alleon).

143. — *Motacilla alba* L., 1758

Bergeronnette grise; Lavandière.

Cat. Marm. : MOTACILLA ALBA L.

Hochequeue grise, Lavandière.

(♂ ad., Ozoir-la-Ferrière, 15 avril 1869.)

1. ♀ jeune de première année, Arcachon (maison mauresque),
1^{er} octobre 1873.
2. ♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 12 octobre 1873.
[♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 12 octobre 1872.]
3. ○ poussin, le Crotoy, 24 juin 1875.
4. ○ poussin, le Crotoy, 24 juin 1875.
5. ○ ad. (var. blanche), Jully, vallée de la Loire à 4 lieues de Gien,
12 octobre 1876.
6. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 1^{er} avril 1879.
[♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.]
7. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 17 mars 1880.
8. ♂ ad. (hiver), l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1880.
9. ♂ ad. (hiver), l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1880.
10. ♂ ad. (hiver), Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1882.
11. ♂ ad. (hiver), Saint-Martin-de-Crau, 15 octobre 1884.
12. ♂ ad. (hiver), Marvejols-lez-Gardon, 2 décembre 1884.
13. ♀ ad. (hiver), Marvejols-lez-Gardon, 2 décembre 1884.
14. ♂ ad. (noce), les Sylves-de-Quatret, près Aigues-Mortes,
14 mars 1886.
15. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 11 janvier 1887.

144. — *Motacilla lugubris* Tem., 1820

Gray, Jaubert et L., Naumann : *M. yarrelli* Gould; Loche : *Mot. algira*
 Selys.-L.

Mus. P. : MOTACILLA ALBA (var. LUGUBRIS) (Tem.)

Bergeronnette yarell; B. lugubre; B. noire.

Cat. Marm. : MOTACILLA YARELLI Gould.
Hochequeue d'Yarell.

(♂. ? ad., Lille.)

1. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 1^{er} octobre 1873.
2. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 12 octobre 1873.
3. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 12 octobre 1873.
4. ♀ ad. (noce), la Teste, 26 mars 1875.
5. ♂ ad., la Bernerie, 10 octobre 1882.

145. — *Motacilla boarula* L., 1771

Dresser, Reichenow, Sharpe (Cat.) : *Mot. melanope* Pall.; Naumann, Brehm : *Mot. sulphurea* Bechst.; Bonaparte : *Pallenua sulph.*; *Calobates sulph.*; David et Oust. : *Calobates melanope*; Gray : *Calobates b.*

Mus. P. : MOTACILLA MELANOPE (Pall.)

Bergeronnette jaune; B. boarule.

Cat. Marm. : MOTACILLA SULPHUREA Bechst.
Hochequeue boarule.

1. ♂ ad. (noce), les Aldudes (Basses-Pyrénées), 18 mars 1871.
2. ♂ ad. (noce), les Aldudes (Basses-Pyrénées), 18 mars 1871.
3. ♀ ad. (noce), les Aldudes (Basses-Pyrénées), 18 mars 1871.
4. ♂ ad. (noce), Bruay (Pas-de-Calais), 15 mars 1885.
5. ♀ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 15 novembre 1885.
6. ♀ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 15 décembre 1885.
7. ♂ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 13 janvier 1886.
8. ♂ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 30 janvier 1886.
9. ♂ ad. (hiver), Bruay (Pas-de-Calais), 1^{er} février 1886.

XVIII. — HYDROBATIDÉS

(146. — *Cinclus cinclus pyrenaicus* Dresser, 1892)

Dresser : *C. melanogaster pyrenaicus*; Sharpe (H. list) : *C. cinclus* (L., part.)

Mus. P. : CINCLUS AQUATICUS (Bechst.)

Cincle plongeur; Merle d'eau; Hydrobate; Agassière à ventre blanc.

Cat. Marm. : HYDROBATA CINCLUS Gray.
Cincle, Merle d'eau.

1. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 14 mars 1871.
2. ♂ ad., les Aldudes (Basses-Pyrénées), 14 mars 1871.
3. ♀ ad., Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales), 1^{er} avril 1877.
4. ♂ ad., Luc (Lozère), 20 septembre 1883.

XIX. — ORIOLIDÉS

147. — *Oriolus oriolus* (L.) 1758

Linné : *Coracias Oriolus*; Gray, Naumann, Roux, Brehm, Jaubert et Lap., Loche; Sharpe (H. list) : *Or. galbula* L., 1766; *Oriolus garrulus* Brehm.

Loriot d'Europe; Merle d'or (Oiseau de Pentecôte des Allemands).

Mus. P. et Cat. Marm. : *ORIOLOUS GALBULA* L.

Loriot.

1. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 30 avril 1876.
2. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 30 avril 1876.
3. ♀ ad., Villenoye, près Meaux, 14 mai 1875.
4. ♂ ad., Maligny (Yonne), 2 juin 1877.
5. ♀ ad., la Teste, 4 mai 1877.
6. ♀ ad., Maligny (Yonne), 30 juin 1877.
7. ♀ ad., le Crottoy, 1^{er} août 1877.
8. ♀ ad., Biscarosse (Landes), 16 mai 1880.
9. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 6 juillet 1881.
10. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 23 avril 1883.
11. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 27 avril 1885.

XX. — TURDIDÉS

148. — *Turdus merula* L., 1758

Gray, Boié, Kaup, Seebohm (Cat.), Sharpe (H. list) : *Merula mer.*; Jaubert et B. Lap., Loche : *Merula vulgaris* Selby; *Merula nigra* Leach; *Turdus pinetorum* Brehm.

Mus. P. : *MERULA NIGRA* (Leach.).

Merle noir; M. commun; M. à bec jauné.

Cat. Marm. : *TURDUS MERULA* L.

Merle noir.

1. ♂ ad., Villers, près Mantes, 24 mai 1874.
2. ♀ ad., la Teste, 18 octobre 1873.

3. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 24 mars 1876.
4. ♂ ad., jeune d'un an, Bruay, près Bethune, 15 décembre 1874.
5. ♂ ad., Bruay, près Bethune, 24 décembre 1874.
6. ○ poussin, Cuts (Oise), 24 juin 1877.
7. ○ poussin, Cuts (Oise), 24 juin 1877.
8. ○ poussin, Paris, 5 juin 1878.
9. ♀ ad. (très vieux), la Bernerie (Loire-Inf.), 23 décembre 1878 ; légèrement moucheté de blanc à la gorge.
10. ♂ ad., Marseille, 9 janvier 1880 : entièrement gris ; les plumes sont d'un gris brunâtre.
11. ♂ ad. (var.), Marseille, 9 janvier 1880 ; variété peu foncée ; les rémiges sont largement bordées de brun clair.
12. ♂ ad., Marseille (coll. Alleon), moucheté de blanc.
13. ♀ ad. (var. isabelle), Marseille, 15 décembre 1880 ; les rémiges sont très pâles et la gorge blanchâtre.
14. ♂ jeune de l'année, Passy, 1^{er} juillet 1886 ; les parties inférieures sont déjà très foncées.
15. ♀ ad., Bonnières, près Mantes (Seine-et-Oise), 20 nov. 1887.
16. ♂ ad., Farcy-les-Lys, près Melun, 3 janvier 1888.

149. — *Turdus torquatus* L., 1758

Jaubert et Lap., Loche : *Merula torquata* ; *Merula montana*, *collaris* Brehm. ; Gray. *Thoracine* A.

Mus. P. : *MERULA TORQUATA* (L.).

Merle à plastron ; M. à collier ; Grive à collier.

Cat. Marm. : *TURDUS TORQUATUS* L.

Merle à plastron.

♀ (ad., Crépy-en-Valois, 5 avril 1863.)

1. ♂ ad., Crépy-en-Valois, 5 avril 1865.
2. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 29 septembre 1873.
3. ♀ ad., le Crotoy, 28 avril 1874.
4. ♂ ad., la Teste, 30 octobre 1876.
5. ♀ ad., la Teste, 30 octobre 1876.
6. ♂ ad. (un an), Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1879 ; toutes les plumes de l'abdomen sont encadrées par une ligne droite et sont largement bordées de blanc ; gorge blanche.
8. ♂ ad. (noce), Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1879.
9. ♀ ad. (noce), Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1879.
10. ♂ ad. (noce), Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1879.

11. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1879
12. ♂ jeune, de l'année, Saint-de-Martin-de-Crau, 6 octobre 1884.
13. ♀ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 28 avril 1884.
14. ♂ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 3 mai 1884.
15. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 16 mars 1886 ; le plastron est d'un blanc pur, et les plumes de l'abdomen comme sur le numéro 7.

150. — *Turdus mig. migratorius* L., 1766.

Gray : *Hodoiporus mig.*

Merle erratique ; Grive, Litorne du Canada (Buffon).

Cat. Marm. : *TURDUS MIGRATORIUS* L.

Merle erratique.

1. Un adulte.

151. — *Turdus pilaris* L., 1758

Grive litorne ; Merle litorne ; Tourdelle (Buisson).

Cat. Marm. : *TURDUS PILARIS* L.

Merle litorne.

1. ♂ ad., le Crotoy, 27 décembre 1877.
2. ♂ ad., le Crotoy, 27 décembre 1877.
3. ♀ ad., le Crotoy, 27 décembre 1877.
4. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 23 décembre 1879.

152. — *Turdus viscivorus* L., 1758

Turdus major, *T. arboreus* Brehm.

Merle ou grive draine ; Grive viscivore ; G. de gui ; grosse Grive.

Cat. Marm. : *TURDUS VISCIVORUS* L.

Merle draine.

1. ♀ ad., forêt de la Teste, 23 mars 1872.
2. ♂ jeune, forêt de la Teste, 11 mai 1873.
3. ♀ ad., Cuts (Oise), 15 juin 1877.
4. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 25 janvier 1881.
5. ♂ jeune de l'année, Chaville, 15 juillet 1883.
6. ♂ ad. (var.), Chalanter (Seine-et-Marne), 10 juillet 1882.

153. — *Turdus iliacus* L., 1766

[*Turdus musicus* ⁽¹⁾ L., 1758.] ; Gray ; *Hilocichla iliacus* ; Sharpe (H. list) : *Hyl. iliaca* (L.).

Grive mauvis ; G. de vigne ; le Mauvis (Brisson).

Cat. Marm. : *TURDUS ILIACUS* Linn.

Merle mauvis.

1. ♀ ad., la Teste, 30 octobre 1876,
2. ♂ ad., le Crotoy, 7 novembre 1884.
3. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 3 janvier 1887.

154. — *Turdus philomelus* Brehm, 1831

(*Turdus musicus* auct. ; errore, V. Hartert.)

(*Turdus musicus* L. 1766, non *T. mus.* L. 1758.)

Gray : *Hylocichla musicus* ; Sharpe (H. list.) : *Hylocichla musica* (L.)

Merle-grive ; G. musicienne ; G. chanteuse ; petite Grive,

Mus. P. et Cat. marm. : *TURDUS MUSICUS* L.

Merle-grive.

- ♀ ad., Arcachon (cap. Ferret), 8 novembre 1872.
- ♀ ad., forêt de la Teste, 28 février 1875.
- ♂ ad., forêt de la Teste, 28 février 1875.
- ♂ ad., forêt de la Teste, 28 février 1875.
- ♀ ad., environs de Nîmes, 5 mars 1886.
- ♂ ad., forêt de la Teste, 1^{er} avril 1887.

155. — *Erithacus rubecula* (L.) 1758

Linné, Bechstein, Gmelin : *Motacilla rubecula* ; Scopoli, Temminck : *Sylvia r.* ;
Jaubert et B. Lap., Loche : *Rubecula familiaris* Blyth. ; Keys. et Blas. : *Lusciola rubecula* ; Sharpe (H. list) : *E. rubecula* (L.).

Mus. P. : *ERITHACUS RUBECULA* L.

Rouge-gorge ; Rubiette rouge-gorge ; Bec-fin rouge-gorge.

Cat. Marm. : *RUBECULA FAMILIARIS* Blyth.

Rouge-gorge.

1. ♂ jeune de l'année, la Teste, 10 août 1872.

(1) Hartert fait remarquer que Linné, X^e (1758), a appelé cette espèce *T. musicus* ; mais il me paraît difficile de changer son nom, la grive musicienne étant la suivante (n° 154).

2. ♂ ad., la Teste, 5 octobre 1872.
3. ♂ ad., la Teste, 6 mars 1875.
4. ♀ ad., la Teste, 15 janvier 1876.
5. ♂ ad., la Teste, 15 janvier 1876.
(♀ ad., la Teste, 15 janvier 1876.)
6. ♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 29 septembre 1878.
7. ♀ ad., Bruçay (Pas-de-Calais), 7 avril 1885.
8. ♀ ad., forêt de la Teste, 14 mars 1886.

156. — *Luscinia megarhyncha* Brehm, 1831

(*L. luscinia* auct.; errore, V. Hartert). *Motacilla lusc.* Linne; Temminck, Vieillot : *Sylvia lusc.* (L.), Jaubert et B. Lap., Loche, Salvadori ; *Philomela lusc.* ; Gray, Seebohm (Cat.) : *Erithacus lusc.* ; Sharpe (H. list) : *Aedon megarhynchos* (Brehm).

Mus. P. : *LUSCINIA PHILÔMELE* (L.)

Rossignol ordinaire ; R. de haie ; Rubiette rossignol.

Cat. Marm. : *PHILOMELA LUSCINIA* Selby.

Rossignol ordinaire.

1. ♀ ad., la Teste, 11 août 1872.
2. ♀ ad., la Teste, 11 août 1872.
3. ♂ ad., la Teste, 13 août 1872.
4. ♂ ad. (noce), la Teste, 14 avril 1878.
7. ♂ ad., Paris, 10 avril 1886.

157. — *Luscinia luscinia* (L.) 1758

Linné : *Motacilla l.* ; *Motacilla philomela* Bechstein, 1793 ; Keys. et Blas., Fritsch : *Lusciola ph.* ; Bonaparte : *Philomela major* Brehm. ; Seebohm (Cat.) ; *Erithacus ph.* ; Gray : *Luscinia ph.* ; Sharpe (H. list) : *Aedon luscinia* (L.).

Rossignol progré ; Rubiette philomèle ; grand Rossignol.

Mus. P. et Cat. Marm. : *PHILOMELA MAJOR* Brehm.

Rossignol progré.

1. Un adulte, Pologne.

158. — *Luscinia suecica cyanecula* (Wolf) 1810

Wolf : *Sylvia cyan.* ; Seebohm (Cat.) : *Erithacus cyaneculus* ; Temminck, Naumann : *Sylvia suecica* (L.) ; Jaubert et B. Lap., Gray, Loche : *Cyanecula s.* (L.) ; Sharpe (H. list) ; *Cyanecula cyan.* (Wolf).

Rubiette gorge-bleue ; Bec-fin gorge bleue.

Mus. P. et Cat. Marm. : *CYANECULA SUECICA* Brehm.

Gorge-bleue.

1. ♂ ad., Besançon, avril 1860.
2. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 6 septembre 1869.
[♂ ad. (transition), Mestras, près Arcachon, 10 avril 1871.]
3. ♀ ad. (transition), landes de la Hume, près la Teste, 3 août 1872.
[♂ jeune de l'année, les Iscles (Petite Camargue), 10 octobre 1878.]
[♂ jeune de l'année, les Iscles (petite Camargue), 10 octobre 1878.]
4. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
5. ♀ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 23 avril 1879.
6. ♂ ad. (noce), la Bernerie-en-Retz, 21 avril 1879.
7. ♂ jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 2 octobre 1879.
8. ♂ ad. jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 2 octobre 1879.
9. ♂ ad. jeune de l'année, l'Albaron (Camargue), 2 octobre 1879.
10. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 14 avril 1880.
11. ♀ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 14 avril 1880.
12. ♂ ad. (noce), marais de Bouin (Vendée), 14 avril 1880.

159. — *Luscinia suecica* (L.) 1758

Linné : *Motacilla s.*; Gray, Bonaparte, David et Oustalet : *Cyanecula cærulecula* (Pall.); Seebohm (Cat.) : *Erithacus cæruleculus* (Pall.); Sharpe (H. list) : *Cyanecula suecica* (L.).

Mus. P. et Cat. Marm. : *CYANECULA CÆRULECULA* Bp.

Gorge-bleue orientale.

1. ♂ ad., Asie centrale.

160. — *Phœnicurus phœnicurus* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Bechstein : *Motacilla ph.*; Temminck, Vieillot : *Sylvia ph.*; Jaubert et Lap., Bonaparte, Gray, Loche, Seebohm (Cat.) : *Ruticilla ph.*

Rossignol de muraille; Rubiette rouge queue, Rossignol bâtard.

Mus. P. et Cat. Marm. : *RUTICILLA PHÆNICURA* L.

Rouge-queue de muraille.

1. ♀ ad., Lunéville, mai 1867.
2. ♀ ad., Villers, près Mantes, 12 septembre 1871.
3. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
4. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.

5. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
6. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
[♂ ad. (transition), Arcachon (maison mauresque), 1^{er} octobre 1873.]
7. ♂ jeune d'un an, Auteuil, 6 avril 1877.
8. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 28 avril 1878.
9. ♂ ad. (noce), Boulogne-sur-Seine, 27 mai 1878.
10. ♂ jeune de l'année, Raon-l'Etape (Vosges), 5 octobre 1879.
11. ○ poussin, Passy, 20 juin 1882.
12. ○ poussin, Passy, 20 juin 1872.
13. ♂ jeune de l'année, Saint-Martin-de-Crau, 25 septembre 1882.
14. ♂ jeune de l'année, Arcachon, 3 octobre 1882. Ces deux spécimens ont la gorge mouchetée de blanc.
15. ♂ adulte, le Crotoy, 26 avril 1887.

161. — *Phœnicurus ochrurus gibraltariensis* (Gm.) 1788

(*Ph. tithys* auct.; errore, V. Hartert). Gmelin : *Motacilla gib.*; Bechstein, Temminck : *Sylvia tithys* Scop.; Cabanis, Jaubert et Lap., Loche, Seebohm (Cat.), Gray : *Ruticilla tithys*; Sharpe (H. list) : *Phæn. tithys* (Scop.).

Rubiette tithys; R. rouge-queue; le Rouge-queue gris (Buffon).

Mus. P. et Cat. Marm. : *RUTICILLA TITHYS* Scop.

Rouge-queue tithys.

1. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
2. ♀ ad. Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
[♂ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), Gard, 26 décembre 1877.]
[♂ ad. (noce), la Teste, 18 mars 1877.]
3. ♀ ad. (hiver), les Iscles, 31 janvier 1882.
4. ♂ ad., environs de Nîmes, 1^{er} novembre 1882.
5. ♀ ad., environs de Nîmes, 1^{er} novembre 1882.
6. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau, 6 novembre 1882.
7. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 1^{er} janvier 1883.
8. ♂ ad. (hiver), Sylves-de-Quatret, près Aigues-Mortes, 15 janvier 1886.
9. ♂ ad. (hiver), Sylves-de-Quatret, près Aigues-Mortes, 15 janvier 1886.
10. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 21 mars 1886.
11. ♂ ad., le Cailar (Gard), 8 décembre 1886.
12. ♂ ad., les Sylves-de-Quatret (Camargue), 2 janvier 1887.

162. — *Monticola saxatilis* (L.) 1766

Linné, Gmelin, Temminck : *Turdus s.* ; Boie, Cabanis, Loche : *Mont. s.* ; Bonaparte, Jaubert et Lap. : *Petrocinclus s.* ; Boie, Rüppel : *Petrocossyphus s.* ; Keys. et Bl. : *Petrocichla s.*

Merle de roche ; M. bleu ; le petit Merle de roche (Brisson).

Cat. Marm. : *PETROCINCLA SAXATILIS* Vig.

Merle de Roche.

1. ♂ ? ad. Pyrénées.
2. ♂ ? ad. Pyrénées.
3. ♂ ad. (noce), Bagnères-de-Bigorre, 27 mai 1879.
4. ♂ ad. (noce), Bagnères-de-Bigorre, 30 avril 1880.
5. ○ jeune de l'année, Nissan (Hérault), 10 octobre 1883 ; moucheté de noir en dessus et en dessous.
6. ♂ jeune de deuxième année, l'Albaron (Camargue), 19 avril 1886.

163. — *Monticola sol. solitarius* (L.) 1758

Linné, Gmelin : *Turdus sol.* ; Gmelin, Temminck : *T. cyanus* L. 1766 ; Boie, Bonaparte, Gray, Loche : *Petrocossyphus cyaneus* L. ; Jaubert et Lap. ; *Petrocincla cyanea* ; Crespon : *Turdus azureus* ; David et Oust. ; *M. cyanea* ; Seebohm (Cat.) : *M. cyanus* (L.) ; Sharpe (H. list) : *Petrophila cyanus* (L.).

Mus. P. : *MONTICOLA CYANEUS* L.

Le Merle bleu (Brisson), le Merle solitaire (Montbeilliard).

Cat. Marm. : *PETROCINCLA CYANEA* Keys. et Bl.

Merle bleu.

1. Un ad., Algérie.
2. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 décembre 1880.
3. ♀ ad., environs de Nîmes, 11 juin 1882.
4. ♂ jeune de l'année, environs de Nîmes, 15 octobre 1882.
5. ♀ ad., Saint-Gilles, 3 novembre 1882.
6. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 21 janvier 1887.

164. — *Saxicola oenanthe* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Bechstein : *Motacilla æ.* ; Latham, Temminck : *Sylvia æ.* ; Leach, Boie : *Vitiptora æ.*

Traquet motteux ; Motteux, M. cendré ; le Vitrec (Buffon) ; Cul-blanc.

Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA OENANTHE* Bechst.

Traquet motteux.

1. ♂ ad., le Crotoy, 23 mars 1868.
2. ♂ ad., Archon (cap Ferret), 27 mars 1873.
3. ♀ ad., la Teste, 19 avril 1875.
4. ♂ ad., la Teste, 3 avril 1875.
5. ♂ ad., la Teste, 26 mars 1876.
6. ♂ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
7. ♀ ad. (noce), la Teste, 7 avril 1878.
8. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 10 avril 1878.
9. ♂ ad. (var. ?), la Bernerie, près Pornic, 10 avril 1878.
[♀ ad. (noce), la Teste, 14 avril 1878.]
10. ♂ ad. (noce), la Teste, 14 avril 1878.
11. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 8 avril 1878.
12. ♀ ad. (noce), Pornichet, 14 juin 1878.
13. ♀ ad., Poulx, près Nîmes, 20 octobre 1881.
14. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1885.

165. — *Saxicola hisp. hispanica* (L.) 1758

Linné : *Motacilla hisp.* et *M. stapazina* 1766 ; *Vitiflora rufa* Steph. ; *S. atrogularis* Dubois ; *S. caterinæ* Whitaker ; Loche, Jaubert et Lap., Seeböhm (Cat.) : *S. stapazina* ; Sharpe (H. list) : *Sax. rufa* (Steph.).

Le **Motteux roux** ou **Cul-blanc roux** (Buffon).

Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA RUFa* Brehm.

Traquet roux.

1. ♂ ? Algérie, mai 1868.
2. ♀ jeune, l'Albaron (Camargue), 13 juillet 1879.
3. ♀ jeune, l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.
4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.
5. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.
6. ♂ jeune, l'Albaron (Camargue), 14 juillet 1879.
7. ♀ jeune, l'Albaron (Camargue), 15 juillet 1879.
8. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 23 avril 1880.
9. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 3 mai 1880.
10. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 11 juin 1882.
11. ♂ ad. (noce), environs de Nîmes, 14 avril 1883.
12. ♀ ad., Poulx, près de Nîmes, 20 juin 1883.
13. ♂ jeune de l'année, environs de Nîmes, 2 août 1883.

165 bis. Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA STAPAZINA* L.

Traquet Stapazin.

(Degland, Gerbe ne séparent pas *S. stapazina* de *S. rufa*.)

14. ♂ ad., Algérie, mai 1868; front blanchâtre, calotte noirâtre; le dos et l'abdomen sont d'un blanc pur.
 15. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 7 juillet 1880.

166. — *Saxicola pleschanka pleschanka* (Lepech.) 1770

Lepechin : *Motacilla pl.*; *Motacilla leucomela* Pallas, 1769; Degl. et G.: *Sax. leucomela* (Pall.).

Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA MORIO* H. et Ehr.
 Traquet leucomèle.

[♀ ? ad., Biskra (Algérie), février.]

[♂ ? ad., Biskra (Algérie), février.]

1. ♂ ad., la Dobrutscha, 3 juin 1883 (donné par M. Alleon).
2. ♀ ad., la Dobrutscha, 3 juin 1883 (donné par M. Alleon).
3. ♂ ad., la Dobrutscha, 5 mai 1882 (donné par M. Alleon).

167. — *Saxicola leucurus syenitica* Heugl., 1869

Heuglin : *S. syenitica*; Jaubert et Lap., Loche : *Dromolæa leucura*; Seebohm (Cat.), Sharpe (II. list) : *S. leucura* (part.).

Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA LEUCURA* Keys. et Bl.
 Traquet rieur.

1. ♂ ad. (noce), Algérie, 27 mars 1856.
2. ♂ ad. (Cat. Alléon).

168. — *Saxicola deserti* Tem., 1873

Gray, Bonaparte : *S. pallida* Rüpp. : *S. albomarginata* Salvadori; *S. homochroa* Tristram.

Mus. P. et Cat. Marm. : *SAXICOLA DESERTI* Tem.
 Traquet du désert.

1. ♂ ad., Algérie, 25 avril 1882.

169. — *Pratincola rubetra* (L.) 1758

Linné : *Motacilla rub.*; Bechstein, Naumann, Dresser : *Saxicola rub.*; Koch, Gray, Bonap., Jaubert et Lap., Loche, Sharpe (Cat.) : *Prat. rub.*; Vieillot : *Oenanthe rub.*

Tarier; Grand Traquet; Traquet tarier.

Mus. P. et Cat. Marm. : *PRATINCOLA RUBETRA* Koch.
 Tarier ordinaire.

1. ♂ ad., le Crotoy, 25 avril 1869.
2. ♀ ad., Biscaros (Landes), 6 mai 1872.
[♂ ad., Biscaros (Landes), 6 mai 1872.]
3. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 29 septembre 1873.
4. ♀ ad., la Teste, 6 mai 1876.
5. ♀ ad., la Teste, 15 septembre 1877.

170. — *Pratincola torquata rubicola* (L.) 1766

Linné : *Motacilla rub.*; Bechstein, Naumann : *Saxicola rub.*; Koch, Gray, Loche, Sharpe (H. list) : *Prat. rub.*; Vieillot : *Oenanthe rub.*

Tarier pâtre; Ouistrac.

Mus. P. et Cat. Marm. : PRATICOLA RUBICOLA. L.

Tarier rubicole, T. pâtre.

- (♂ ad., Suresnes, près Paris, 23 octobre 1868.)
- (♂ ad., landes d'Arèse, près Arcachon, 17 mai 1872.)
- (♂ ad., landes d'Arèse, près Arcachon, 18 mars 1872.)
1. ♂ ad., Mestras, près Arcachon, 17 mai 1873.
2. ♂ ad., la Teste, 21 mars 1875.
3. ♀ ad., la Teste, 21 mars 1875.
(♂ ad., la Teste, 21 mars 1875.)
(♀ ad., la Teste, 21 mars 1875.)
4. ♂ ad. (noce), Boulogne-sur-Seine, 27 mai 1878.
5. ♂ ad. (hiver), les Iscles (petite Camargue), 10 octobre 1878.
6. ♂ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 14 décembre 1878.
7. ♂ ad. (automne), la Bernerie (Loire-Inférieure), 13 sept. 1878.
8. ♂ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 8 octobre 1881.
9. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 16 mars 1886.
10. ♂ jeune d'un an, Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
11. ♂ ad., la Teste (Gironde), 27 novembre 1887.
12. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 2 janvier 1888.
13. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 2 janvier 1888.

171. — *Luscinia calliope* (Pall.) 1776.

Pallas : *Motacilla call.*; Seebohm (Cat.) : *Erithacus call.*; *E. ignigularis* Dubois; Jaubert et B. Lap. : *Calliope camtschatkensis* (Gm.); Sharpe (H. list) : *Calliope call.*

Mus. P. et Cat. Marm. : CALLIOPE CAMTSCHATKENSIS Gm.

Calliope du Kamtschatka.

1. Un adulte.

172. — *Prunella collaris* (Scop.) 1769

Scopoli : *Sturnus coll.*; Bechstein, Naumann, Roux, Gray, Selys, Jaubert et Lap. : *Accentor alpinus* (Gm.); Dresser, Sharpe (Cat. et H. list) : *Accentor collaris* New.

Accenteur alpin; Fauvette des Alpes.

Mus. P. et Cat. Marm. : *ACCENTOR ALPINUS* Gm.

Accenteur Alpin, Pégot.

1. ♂ ad., Suisse (Alpes), 15 janvier 1879.
2. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 janvier 1881.
3. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 10 janvier 1881.
4. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 5 janvier 1885.

173. — *Prunella mod. modularis* (L.) 1758

Linné : *Motacilla mod.*; Bechstein, Temminck, Naumann, Sharpe (Cat.), Selys, Jaubert et Lap. : *Accentor mod.*; Vieillot, Degland et G., Loche, Bettoni : *Pr. mod.*; Sharpe (H. list), Gray : *Tharrhaleus mod.*

Mus. P. : *ACCENTOR MODULARIS* L.

Mouchet; Accenteur moucheté; Rossignol ou Fauvette d'hiver; Traîne-buisson.

Cat. Marm. : *PRUNELLA MODULARIS* L.

Accenteur moucheté, Traîne-buisson.

- (♂ ad., la Teste, 5 décembre 1875.)
- (♀ ad., la Teste, 26 mars 1876.)
- (♀ ad., la Teste, 30 octobre 1876.)
- (♀ ad., la Teste, 14 décembre 1877.)
1. ♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 5 décembre 1879.
2. ♂ jeune de l'année, Raon-l'Étape (Vosges), 6 septembre 1882.
3. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 22 septembre 1884.
4. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 6 avril 1885.
5. ♂ ad., la Teste, 19 mars 1887.
6. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 26 janvier 1888.
7. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 janvier 1888.

174. — *Sylvia atricapilla atricapilla* (L.) 1758

Linné, Bechstein : *Motacilla atr.*; Temminck, Vieillot, Roux, Keys. et Bl. : *S. atr.*; Bonaparte, Loche, Jaubert et Lap. : *Curruca at.*; *Syl. ruficapilla* Naumann; Gray : *Monachus at.*

Mus. P. et Cat. Marm. : SYLVIA ATRICAPILLA L.

Fauvette à tête noire.

(♂ ad., la Teste, 5 octobre 1872.)

1. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.
2. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 19 avril 1874.
3. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 19 avril 1874.
[♂ ad. (noce), Auteuil, 6 mai 1877.]
4. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 6 avril 1881.
5. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 28 avril 1883.
6. ♂ ad., le Crotoy, 26 mars 1887.
7. ♀ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
8. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 janvier 1888.

175. — *Sylvia curruca curruca* (L.) 1758

Linné; *Motacilla cur.*; Jaubert et Lap. : *Curruca garrula* (Bechst.); Vieillot, Naumann, Roux, Crespon, Loche, Seebohm (Cat.) : *S. curruca*.

Mus. P. : SYLVIA CURRUCA L.

Fauvette babillarde.

Cat. Marm. : CURRUCA GARRULA Briss.

Babillarde ordinaire.

1. ♂ adulte.

176. — *Sylvia hort. hortensis* (Gm.) 1788 (= *orphea* auct. V. Hartert)

Gmelin : *Motacilla h.*; Naumann, Keys, et Bl., Crespon : *S. orphea* Tem.; Roux : *S. grisea* Vieill.; Bonaparte, Jaubert et Lap., Loche : *Curruca orphea* (Tem.); Seebohm (Cat.), Sharpe (H. list.) : *S. orpheus* Tem.; Gray : *Adophoneus Orpheus*.

Mus. P. : SYLVIA ORPHEUS Tem.

Fauvette Orphée.

Cat. Marm. : CURRUCA ORPHEA Boie.

Babillarde Orphée.

1. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 14 août 1873.
2. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 4 juin 1879.
3. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 11 mai 1880.

177. — *Sylvia communis* Lath., 1787

Temminck, Vieillot, Naumann, Roux, Crespon, Jaubert et Lap. : *S. cinerea* Bechst.; Gray : *Sterparola cinerea*; Sharpe (H. list.) : *S. sylvia* (L.).

Mus. P. : SYLVIA CINEREA Bechst.

La Fauvette grise ou grisette.

Cat. Marm. : CURRUCA CINEREA Briss.

Babillarde grisette.

[♂ ad., Biscaros (Landes), 6 mai 1872.]

1. ♂ ad., la Teste, 13 août 1872.

2. ♀ ad., la Teste, 13 août 1872.

(♀ ad., la Teste, 13 août 1872.)

3. ♂ ad., la Teste, 13 août 1872.

4. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 mai 1873.

5. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 5 mai 1873.

6. ♀ ad., Arcachon (maison mauresque), 19 avril 1874.

7. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 19 avril 1874.

(♂ ad., la Teste, 15 septembre 1877.)

[♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue, Gard), 17 décembre 1877.]

[♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 22 mai 1879.]

[♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 22 mai 1879.]

8. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 6 avril 1881.

178. — *Sylvia cantillans cantillans* (Pall.) 1764 (= *S. subalpina* Tem., 1820, V. Hartert).

Pallas : *Motacilla cant.*; *Sylvia leucopogon* Meyer; Bonaparte, Loche : *Staparola subalpina* (Tem.); Homeyer : *Dumeticola sub.*; Gray : *Alsæcus sub.*; Sharpe (H. list.) : *S. subalpina* Tem.

Mus. P. : SYLVIA SUBALPINA Boie.

Cat. Marm. : CURRUCA SUBALPINA Boie.

Babillarde subalpine, Passerinette.

[Un ad., l'Albaron (Camargue), 21 avril 1880.]

1. ♂ ad., (noce), l'Albaron (Camargue), 6 avril 1881.

179. — *Sylvia conspicillata conspicillata* Tem., 1820

Bonaparte, Loche : *Staparola consp.* (Tem.)

Mus. P. : SYLVIA CONSPICILLATA (Marm.)

Fauvette à lunettes.

Cat. Marm. : CURRUCA CONSPICILLATA Boie.

Babillarde à lunettes.

1. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 5 juin 1879,
2. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 11 juin 1879.
3. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 11 juin 1879.
4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 11 juin 1879.

180. — *Sylvia nisoria nisoria* (Bechst.) 1795

Bechstein : *Motacilla nis.*; Gray : *Philacanta nis.*

Fauvette épervière.

Cat. Marm. : CURRUCA NISORIA Bechst.

Babillarde épervière.

1. ♀ ad., Shila (Turquie), 18 mai 1874 (Coll. Alleon).
2. ♂ ad., Varna, 29 mai 1882.

181. — *Sylvia borin borin* (Bodd.) 1783 (= *hortensis* auct. V. Hartert).

Boddaert : *Motacilla b.*; *Mot. passerina* Gm; *S. simplex* Lath.; Roux : *S. ædonia* Vieill.; Temminck, Naumann, Crespon, Selys, Gray : *S. hortensis* Bechst.; Gould, Jaubert et Lap., Loche : *Curruca h.* (Bechst.); Gray *Epilais h.*; Sharpe (H. list.) : *S. simplex* Lath.

La petite fauvette (ou parfois Passerinettes); F. des jardins.

Mus. P. et Cat. Marm. : SYLVIA HORTENSIS Lath.

Fauvette des jardins.

1. ♀ ad., Maligny (Yonne), 10 mai 1883.

182. — *Sylvia mel. melanocephala* (Gm.) 1788

Gmelin : *Motacilla mel.*; Roux : *S. rusticola* Vieill.; Jaubert et Lap., Loche : *Pyrophthalma mel.*; Cabanis, Sharpe (H. list.) : *Melizophilus melanocephalus*; Homeyer : *Dumeticola mel.*

Fauvette mélanocéphale.

Cat. Marm. : CURRUCA MELANOCEPHALA Gm.

Babillarde mélanocéphale.

1. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 6 mai 1879.
2. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 30 mai 1879.
[♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 8 janvier 1880.]
3. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1880.

4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1883.
5. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 16 novembre 1880.
[♀ ? ad. ? Saint-Gilles (Camargue), 27 janvier 1880.]
6. ♂ ad., les Sylves-de-Quatret (Camargue), 20 janvier 1887.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.
9. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1887.
10. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 décembre 1887.
11. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 2 janvier 1888.
12. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 janvier 1888.
13. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 26 janvier 1888.

183. — *Sylvia undata undata* (Bodd.) 1783

Boddaert : *Motacilla und.*; Temminck, Crespon, Keys et Bl., Seebohm (Cat.), Dubois : *S. provincialis* (Gm.); Loche, Bonaparte, Cabanis : *Melizophilus prov.*; Jaubert et Lap.; *Pyrophthalma prov.*; Gray : *Melizophilus undata*; Sharpe (H. list.) : *Mel. undatus*.

Mus. P. : *SYLVIA PROVINCIALIS* Gm.

Pitchou ; le Pitte-chou de Provence (Daubenton).

Cat. Marm. : *MELIZOPHILUS PROVINCIALIS* Gm.

Pitchou provençal.

1. ♀ ad., Landes, près la Teste, 12 mai 1872.
2. ♂ ad., Landes, près la Teste, 12 mai 1872.
(♂ ? ad., landes de Cazeaux, près la Teste, 5 janvier 1875.)
3. ♀ ad., la Teste, 21 mars 1875.
4. ♂ ad., la Teste, 21 mars 1875.
5. ♂ ad., la Teste, 21 mars 1875.
6. ♂ ad., la Teste, 31 mars 1875.
7. ♂ ad., la Teste, 29 septembre 1878.

184. — *Hippolaïs icterina* (Vieill.) 1817.

Vieillot : *Sylvia ict.*; Jaubert et Lap., Loche : *Hypolaïs Salicaria*; Keys, et Bl., Gould : *Ficedula hypolaïs*; Salvadori : *Salicaria italica* (Baldenst.); Seebohm : *Hypolaïs ict.*; Sharpe (H. list.) : *Hypolaïs hypolaïs*.

Mus. P. et Cat. Marm. : *HYPOLAIS ICTERINA* Vieill.

Hypolaïs icterine, Contrefaisant.

1. ○ ad., Lunéville, mai 1867.
(♂ ad., Cambrai, 30 avril 1868.)
2. ♂ ad. (noce), Cambrai, 30 avril 1868.

185. — *Hypolais polyglotta* (Vieill.) 1817.

Vieillot, Roux, Gray : *Sylvia pol.*; Jaubert et Lap., Loche, Salvadori, Sharpe (H. list.) : *Hypolais pol.*; Schlegel : *Ficedula pol.*; Seebohm : *Hypolais ict.*

Fauvette lusciniole ou polyglotte; Bec-fin à poitrine jaune; F. jaune.

Mus. P. et Cat. Marm. : *HYPOLAIS POLYGLOTTA* Vieill.

Hypolaïs polyglotte, Lusciniol.

(♂ ad., Ozoir-la-Ferrière, juin.)

1. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 26 mai 1879.

2. ♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 26 mai 1879.

[♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 26 mai 1879.]

3. ♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 30 mai 1879.

4. ♂ ad. (var. albine), l'Albaron (Camargue), 17 septembre 1879.

186. — *Hypolais pallida pallida* (Hempr. et Ehrb.) 1833.

Salicaria alaeica Lindermayer; *Hypolais*, *Ficedula el.* (Linderm); Gray, Bonaparte, Loche; *Chloropeta elæca* (Lind.); Seebohm (Cat.); *Hypolaïs pallida*; Sharpe (H. list.) : *Iduna pall.*

Cat. Marm. : *HYPOLAIS ELÆICA* Linderm.

Hypolaïs ambiguë.

[♂ ad., Buck-dere (Turquie), 13 mai 1870 (coll. Alleon)]

187. — *Acrocephalus ar. arundinæus* (L.) 1758

Linné : *Turdus ar.*; Temminck, Naumann, Crespon : *Sylvia turdoides* Meyer; Brehm, Bonap., Loche : *Calamnorherpe turd.*; Gray, Dresser : *Acrocephalus ar.*; *Calamodyta turdoides* (Meyer).

Mus. P. *ACROCEPHALUS TURDOIDES* (Mey.)

Rousserolle turdoïde; Bec-fin rousserolle; Fauvette rouss.; Rosignol de rivière.

Cat. Marm. : *CALAMOHERPE TURDOÏDE* Boie.

Rousserolle turdoïde, grande Rousserolle.

1. ♀ ad., Saint-Dizier, 13 juin 1873.

2. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 26 avril 1874.

3. ♂ ad., Cayeux (hale d'Ault), 16 mai 1877.

4. ♂ ad., Cayeux (hale d'Ault), 29 juillet 1877.

5. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 22 avril 1879.

6. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 5 mai 1881.

7. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 6 mai 1881.

8. ♀ ad., 25 avril 1880.

9. ♂ ad., 1^{er} mai 1880.

188. — *Acrocephalus strep. strepera* (Vieill.) 1817

Calamoherbe arundinacea auct. : Bonap., Selys, Loche, Jaubert et Lap., etc. ; Vieillot, Roux : *Sylvia st.* ; Gray : *Calamodyta arundinacea* (Gm.) ; *A. horticolus* Naum.

Mus. P. : *ACROPHALUS ARUNDINACEUS* (Gm.)

Rousserolle ou Bec-fin effarvatte ; Fauvette eff. ; Fauvette des roseaux ; Petite Rousserolle.

Cat. Marm. : *CALAMOHERPE ARUNDINACEA* Gm.

Petite rousserolle, Effarvatte.

1. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 24 septembre 1879.
2. ♂ ad., Auteuil, 10 septembre 1877.
3. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 22 avril 1879.
4. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 22 mai 1879.
5. ♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 22 mai 1879.

189. — *Acrocephalus palustris* (Bechst.) 1803

Bechstein, Temminck, Naumann, Roux, Crespon : *Sylvia pal.* ; Boie, Brehm, Bonap., Jaubert et Lap., Loche : *Calamoherbe pal.* ; Gray : *Calamodyta pal.*

Rousserolle ou Bec-fin verderolle ; R. des marais.

Cat. Marm. : *CALAMOHERPE PALUSTRIS* Bechst.

Rousserolle Verderolle.

1. ♂ adulte.
2. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 30 mai 1879.

190. — *Cettia cetti cetti* Marm., 1820

Marmora, Vieillot, Savi, Roux, Crespon : *Sylvia cetti* ; Bonaparte, Loche : *Cettia sericca* (Tem.) ; *Calamodyta cetti* ; Cabanis, Salvadori, Dresser : *Bradypterus cetti* (Marm.).

Bouscarle de Provence.

Cat. Marm. : *CETTIA CETTIA* Degl.

Bouscarle Cetti.

1. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 15 décembre 1882.
2. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 4 mai 1882.

191. — *Luscinola mel. melanopagcn* (Tem.) 1823

Temminck, Roux, Savi, Crespon : *Sylvia mel.* ; Bonap., Gray : *Calamodyta mel.* ; Keys. et Blas., Lindermayer : *Salicaria mel.* ; Jaubert et Lap. : *Cettia mel.* ; *Caricicola bonelli* Brehm.

Cat. Marm. : AMNICOLA MELANOPOGON Tem.

Amnicole à moustaches noires.

(Un ad., Espagne, juin 1869.)

(♂ ad., les Iscles (Camargue), 4 janvier 1879.)

(♂ ad., les Iscles (Camargue), 5 mars 1879.)

(♀ ad., les Iscles (Camargue), 5 mars 1879.)

1. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 5 mars 1879.
2. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1881.
3. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1881.
4. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1881.
5. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 24 février 1881.
6. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 24 février 1881.
7. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 21 décembre 1882.
8. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 28 décembre 1882.
9. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 21 décembre 1882.
10. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 13 décembre 1884.
11. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1886.
12. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1886.
13. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 avril 1887.

192. — *Locustella naevia naevia* (Bodd.) 1783

Boddart : *Motacilla naevia*; Vieillot, Naumann, Temminck, Roux, Crespon : *Sylvia locustella* Lath.; Brehm, Selys : *Calamoherpe loc.* Lath.; Gray : *Calamodyta loc.* Lath.; Graz : *Locustella raji* Bp.; Gray, Seebohm (Cat.) : *Locustella loc.* Lath.

Locustelle; Fauvette grise tachetée; F. tachetée.

Cat. Marm. : LOCUSTELLA NÆVIA Degl.

Locustelle tachetée.

1. ad., Pologne.

2. ♂ ? ad., Ozoir-la-Ferrière, 21 juin 1868.

193. — *Locustella lanceolata* (Tem.) 1840

Cisticola l.; *Salicaria l.*; *Calamodyta l.*; *Locustella l.*

Cat. Marm. : LOCUSTELLA LANCEOLATA Tem.

Locustelle lancéolée.

1. Un adulte.

194. — *Acrocephalus schoenobaenus* (L.) 1758.

Linné, Vieillot : *Motacilla sch.*; Temminck, Naumann, Crespon : *Sylvia phragmitis* Bechst.; Roux : *Sylvia sch.*; *Calamoherbe phrag.*; *Salicaria phrag.*; Jaubert et Lap., Loche : *Calamodyta phrag.*; Gray : *Calamodus sch.*; Sharpe (H. list.) : *Ac. phragmitis* (Bechst.)

Mus. P. : ACROCEPHALUS PHRAGMITIS (Bechst.)

Bec-fin des joncs; B.-f. phragmite; La Roussette ou Fauvette des bois (Brisson).

Cat. Marm. : CALAMODYTA PHRAGMITIS Bechst.

Phragmite des joncs.

1. ♂ ad., Biscaros (Landes), 6 mai 1872.
2. ♂ ad. (noce), marais de Verton (Pas-de-Calais), 5 mai 1881.
3. ♀ ad. (noce), marais de Verton (Pas-de-Calais), 5 mai 1881.
4. ♂ ad. (noce), marais de Verton (Pas-de-Calais), 5 mai 1881.
5. ♂ ad. (noce), marais de Verton (Pas-de-Calais), 5 mai 1881.

195. — *Acrocephalus aquaticus* (Gm.) 1788

Gmelin, Temminck, Naumann : *Sylvia aq.*; Roux : *Sylvia paludicola* Vieillot; Selys : *Calamoherbe phragmitis* (Bechst.); Jaubert et Lap., Loche : *Calamodyta aq.*; Gray : *Calamodus aq.*; Sharpe (H. list.) : *Ac. aquaticus*.

Bec-fin ou Phramite aquatique.

Cat. Marm. : CALAMODYTA AQUATICA Bp.

Phragmite aquatique.

1. ♂ ad.,-étang de Trappes, près Versailles, 20 juin 1870.
2. ♂ ad., Arcachon (maison mauresque), 21 avril 1874.
3. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 25 avril 1878.
4. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 25 avril 1878.
(♀ ad., les Iscles (Camargue), 25 avril 1878.)
5. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 4 mai 1879.
6. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 15 avril 1880.
7. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 17 avril 1880.
8. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 14 septembre 1884.

196. — *Cisticola cisticola cisticola* (Tem.) 1820.

Temminck : *Silvia cisticola*; Gray, Bonaparté, Loche : *Cysticola Schœnicola*; Gray : *Cist. et Drymoica cursitans* (Frankl.).

La Fauvette cisticole. (Vieillot).

Mus. P. et Cat. Marm. : CISTICOLA SCHÆNICOLA Bp.

Cisticole ordinaire.

[♂ ad. (hiver), petite Camargue, près Aigues-Mortes, 15 décembre 1878.

[♀ ad. (hiver), petites Camargue, près Aigues-Mortes, 15 décembre 1878.]

[♂ ad., les Iscles (Camargue), 27 avril 1879.]

[♂ ad., les Iscles (Camargue), 11 mai 1879.]

[♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 15 avril 1880.]

1. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 novembre 1881.
2. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 6 décembre 1881.
3. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 1^{er} mars 1882.
4. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 1^{er} mars 1882.
5. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 28 janvier 1886.
6. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 3 janvier 1888.
7. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 3 janvier 1888.
8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 janvier 1888.
9. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 janvier 1888.

XXI. — TROGLODYTIDÉS

197. — *Troglodytes trog. troglodytes* (L.) 1758

Linné : *Motacilla tr.* ; Scopoli. Temminck : *Sylvia tr.* ; Bonap., Jaubert et Lap., Bailly, Loche : *Tr. Europea* Vieill. ; Sharpe (Cat. et H. list) : *Anorthura tr.* ; Gray : *Trog. parvulus*.

Trogl. d'Europe ; T. mignon ; Anorthure tr. (parfois improprement appelé Roitelet).

Mus. P. et Cat. Marm. : *TROGLODYTES PARVULUS* Koch.

Troglodyte.

1. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 15 janvier 1878.
2. ♂ ad., Bois de Boulogne, 13 avril 1879.
3. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 9 octobre 1879.
4. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 22 octobre 1879.
5. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 décembre 1881.
6. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 14 novembre 1884.
7. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 11 novembre 1885.
8. ♀ ad., la Teste (Gironde), 8 mai 1886.
9. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 11 janvier 1887.
10. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 janvier 1887.

XXII. — PHYLLOPNEUSTIDÉS

198. — *Phylloscopus trochilus trochilus* (L.) 1758.

Linné : *Motacilla Trochilus*; Naumann : *Sylvia tr.*; Vieillot, Roux : *Sylvia fitis* Bechst.; Boie, *Phytloscopus tr.*; Brehm, Bonap., Jaubert et Lap., Loche : *Phyllopneuste tr.*; Gray : *Asilus tr.*

Pouillot fitis; Fauvette fitis.

Cat. Marm. : PHYLLOPNEUSTE TROCHILUS.

Pouillot Fitis.

1. ♂ ad., la Teste, 13 août 1872.
2. ♂ ad., la Teste, 26 mars 1876.
3. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 6 mai 1879.
[♀ ad., l'Albaron (Camargue), 8 décembre 1879.]
4. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 6 avril 1881.
5. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 6 septembre 1882.
6. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 6 septembre 1882.
7. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 6 septembre 1882.
8. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 22 septembre 1884.
9. ♀ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 6 avril 1885.
10. ♂ ad., le Crottoy, 26 avril 1887.

199. — *Phylloscopus collybita collybita* (Vieill.) 1817

(= *Ph. rufus* auct.)

Vieillot, Roux : *Sylvia col.*; Brehm, Cabanis, Jaubert et Lap., Bonap., Loche : *Phyllopneuste rufa* (Bechst.); Gray, *Asilus rufa*; Sharpe (H. list) : *Ph. minor* (Forst.).

Mus. P. : PHYLLOSCOPUS RUFUS Bechst.

Bec-fin veloce; P. collybite.

Cat. Marm. : PHYLLOPNEUSTE RUFA Bechst.

Pouillot véloce.

- [♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.]
- [♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.]
- [♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 27 mars 1873.]
1. ♀ ad., Arcachon (cap Ferret), 29 septembre 1873.
[♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 13 janvier 1878.]
- [♂ ad., Turquie (coll. Alléon), 5 septembre 1875.]
2. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 8 décembre 1879.

3. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 24 février 1881.
4. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 24 septembre 1881.
5. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 janvier 1882.
6. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 janvier 1882.
7. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1884.

200. — *Phylloscopus sibilatrix sibilatrix* (Bechst.) 1793

Bechstein : *Motacilla sib.*; Vieillot, Roux, Gray : *Sylvia sylvicola* Mont.; Naumann, Bonaparte : *Sylvia sib.*; Brehm, Bonap., Jaubert et Lap., Loche : *Phyllopneuste sib.*; Gray : *Sibilatrix silvicola*; Sharpe (H. list) : *Ph. sibilator* (Bechst.).

Mus. P. : PHYLLOSCOPUS SIBILATOR (Bechst.).

Pouillot siffleur; P. sylvicole; le grand Pouillot.

Cat. Marm. : PHYLLOPNEUSTE SIBILATRIX Bechst.

Pouillot siffleur.

1. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 6 mai 1879.
[○ jeune, Bois de Boulogne, 1^{er} juillet 1879.]
[♀ ad., Dimidji (Turquie), 16 mai 1874 (coll. Alleon).]
2. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1883.
3. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1883.
4. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1883.
5. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1883.
6. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1883.
7. ♂ ad., les Sylves-de-Quatret (Camargue), 8 avril 1887.

201. — *Phylloscopus bonelli bonelli* (Vieill.) 1819

Vieillot, Roux, Bonaparte, Gray : *Sylvia b.*; Gould : *Sylvia nattereri* Tem.; Jaubert et Lap., Loche, Salvadori : *Phyllopneuste b.*; Gray : *Asilus b.*

Pouillot Bonelli; P. Natterer.

Cat. Marm. : PHYLLOPNEUSTE BONELLI Vieill.

Pouillot Bonelli.

- [♂ ad., Biscaros (Landes), 6 mai 1874.]
1. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 janvier 1882.
2. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 4 janvier 1882.
3. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 15 février 1882.
4. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 15 février 1882.
5. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 14 mars 1882.
6. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 21 avril 1882.

202. — *Regulus regulus regulus* (L.) 1758

Linné : *Motacilla reg.* ; Temminck : *Sylvia reg.* ; Gray, Bonap., Keys. et Bl. :
Reg. cristatus Koch ; Schinz, Roux, Bouteille : *Reg. flavicapillus* Naum.

Roitelet ordinaire ; R. huppé.

Mus. P. et Cat. Marm. : *REGULUS CRISTATUS* Koch.

Roitelet huppé.

(♀ ad., le Crotoy, 11 octobre 1887.)

1. ♂ ad., Bois de Boulogne, 5 mai 1878.

2. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 9 octobre 1879.

[♀ ad., Marseille, 25 décembre 1879 (coll. Alleon).]

[♂ ad., Marseille, 1^{er} novembre 1879 (Coll. Alleon).]

3. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 6 décembre 1881.

4. ♂ ad., le Crotoy, 6 octobre 1884.

5. ♂ ad., le Crotoy, 30 octobre 1887.

6. ♀ ad., le Crotoy, 30 octobre 1887.

203. — *Regulus ignicapillus ignicapillus* (Tem.) 1820

Temminck, Naumann : *Sylvia ig.* ; *R. pyrocephalus* Brehm ; *R. mystaceus* Vieillot ; Gray, Sharpe (H. list) : *Reg. ignicapillus*.

Roitelet triple bandeau ; R. à moustaches.

Cat. Marm. : *REGULUS IGNICAPILLUS* Licht.

Roitelet triple bandeau.

(♀ ad., Arcachon, 11 octobre 1872.)

(♂ ad., Arcachon, 13 octobre 1872.)

1. ♂ ad., le Crotoy, 13 octobre 1876.)

2. ♂ ad., Bois de Boulogne, 5 mai 1878.

3. ♂ ad., le Crotoy, 4 novembre 1880.

4. ♀ ad., le Crotoy, 22 novembre 1880.

5. ♂ ad., Saint-Gilles, 20 décembre 1881.

6. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 10 avril 1885.

7. ♀ ad., environs de Nîmes, 3 février 1886.

8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 11 janvier 1887.

9. ♂ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.

10. ♂ ad., la Teste (Gironde), 27 novembre 1887.

11. ♀ ad., la Teste (Gironde), 27 novembre 1887.

XXIII. — PARIDÉS

204. — *Parus major major* L., 1758

Lesson : *Parus ignotus* Lath.

Mésange charbonnière.

Cat. Marm. : *PARUS MAJOR* L.

Grande charbonnière.

[♂ ad., Cuts (Oise), 15 juin 1877.]

1. ♂ ad., les Iscles, 30 janvier 1881.
2. ♀ ad., Raon-l'Etape, 23 septembre 1881.
3. ♀ ad., Raon-l'Etape, 24 septembre 1881.
4. ♂ ad., les Iscles, 15 février 1882.
5. ♀ ad., l'Albaron, 1^{er} février 1883.
6. ♀ ad., les Iscles, 10 février 1883.
7. ♂ ad., la Teste, 9 janvier 1886.
8. ♀ ad., forêt de la Teste, 12 mars 1886.
9. ♀ ad., le Crotoy, 21 décembre 1886.
10. ♂ ad., Saint-Gilles, 20 janvier 1887.

205. — *Parus ater ater* L., 1758.

Parus carbonarius Pallas ; *P. abietum* Brehm. ; Kaup. : *Pœcila ater* ; Sharpe (H. list) : *Periparus ater*.

Cat. Marm. : *PARUS ATER* L.

Mésange noire, petite Charbonnière.

(♂ ad., Ozoir-la-Ferrière, novembre)

1. ♂ ad., Raon-l'Etape, 29 septembre 1878.
2. ♂ ad., Raon-l'Etape, 5 octobre 1879.
3. ♀ ad., Raon-l'Etape, 9 octobre 1879.
4. ♂ ad., la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.

206. — *Parus cœruleus cœruleus* L., 1758

Gray, Kaup, Cabanis, Sharpe (H. list) : *Cyanistes c.*

Cat. Marm. : *PARUS CŒRULEUS* L.

Mésange bleue.

(♂ ad., la Teste, 28 février 1875.)

(♂ ad., la Teste, 6 mars 1885.)

- (♂ ad., la Teste, 28 février 1875.)
 (♀ ad., la Teste, 6 mars 1875.)
 1. ♀ ad., la Teste, 22 avril 1878.
 2. ♀ ad., la Teste, 22 avril 1878.
 3. ♀ ad., les Sylves (Camargue), 4 février 1884.
 4. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 17 décembre 1884.
 5. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 10 avril 1885.
 6. ♂ ad., la Teste, 9 janvier 1886.
 7. ♀ ad., la Teste, 14 mars 1886.
 8. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 3 janvier 1886.

207. — *Parus cristatus mitratus* Brehm, 1831

Brehm : *P. mitratus* et *P. rufescens*; *Lophophanes cristatus brunescens* Prazak;
 Gadow (Cat.) : *Parus cristatus* L.; Sharpe (H. list) : *Lophophanes mit.*

Mésange mitrée.

Cat. Marm. : *PARUS CRISTATUS* L.

Mésange huppée.

- (♂ ? ad., Barcelonnette, mai 1869.)
 1. ♀ ad., la Teste, 24 décembre 1872.
 2. ♂ ad. (noce), la Teste, 14 avril 1878.
 3. ♂ ad., Raon-l'Etape, 19 octobre 1879.
 4. ♂ ad., Raon-l'Etape, 10 octobre 1879.
 5. ♂ ad., la Teste, 9 janvier 1886.
 6. ♂ ad., la Teste, 20 novembre 1887.
 7. ♀ ad., la Teste, 27 novembre 1887.

208. — *Parus palustris longirostris* Kleinschm., 1897.

Kleinschmidt; *P. dresseri long.*; Gadow : *Parus palustris* L.; Sharpe (H. list) :
Pœcila dresseri (Stejn.) (part.).

Mus. P. : *PARUS PALUSTRIS* L.

Mésange ou Nonnette des marais; Nonnette cendrée.

Cat. Marm. : *PŒCILLE COMMUNIS* Gerbe.

Nonnette vulgaire, Nonnette cendrée.

1. ♂ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 10 avril 1885.
 2. ♀ ad., Bruay (Pas-de-Calais), 10 avril 1885.

208 *bis.* Cat. Marm. : *PÆCILE PALUSTRIS* Kaup (var. *alpestris*).
Nonnette des marais.

1. ♂ ad., Barcelonnette, mai 1869.

209. — *Parus lugubris lugubris* Tem., 1820

Gray, Bonaparte : *Pæcila lug.*; Sharpe (H. list) : *Pæcile lug.*

Coll. M. : *PÆCILE LUGUBRIS* Kaup.
Nonnette lugubre.

[♀ ad., Varna (Bulgarie), octobre 1880.

1. ♀ ad., Varna (Bulgarie), octobre 1880.

210. — *Ægithalus caudatus roseus* (Blyth) 1836

Blyth : *Mecistura rosea*; *Mec. longicaudata* Macgill. ; Gadow (Cat.), Sharpe
Salvadori : *Acredula rosea*; Gray : *Orites roseus*.

Mésange à longue queue; Orite longicaude.

Mus. P. : *ACREDULA CAUDATA* L.

Cat. Marm. : *ORITES CAUDATUS* G. R. Gray.

Mésange à longue queue.

1. ♂ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 11 octobre 1879.
2. ♀ ad., Raon-l'Etape (Vosges), 11 octobre 1879.
3. ♀ ad. (hiver), Grandcamp (Calvados), 20 février 1880.
4. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 12 mars 1886.
5. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
6. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
7. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 20 novembre 1887.
8. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 22 janvier 1888.
9. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 22 janvier 1888.
10. ♂ ad., forêt de la Teste (Gironde), 22 janvier 1888.
11. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 4 février 1888.
12. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 4 février 1888.
13. ♀ ad., forêt de la Teste (Gironde), 4 février 1888.

211. — *Panurus biarmicus biarmicus* (L.) 1758.

Linné, Bechstein, Temminck, Vieillot, Roux : *Parus bi.*; Selys-Longch. : *Calamophilus bi.*; Boie : *Ægithalus bi.*; *Parus barbatus* Pallas; *Mystacinus arundinaceus* Brehm.

Mésange à moustaches; M. barbue; M. des roseaux.

Cat. Marm. : *PANURUS BIARMICUS* Koch.

Mésange à moustaches.

- [♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 4 avril 1878.]
 [♀ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 4 avril 1878.]
 [♂ ad. (hiver), les Iscles, étang de Scamandre, 15 décem. 1878.]
 [♀ ad. (hiver), les Iscles, étang de Scamandre, 15 décem. 1878.]
 [♂ ad. (hiver), les Iscles, étang de Scamandre, 15 décem. 1878.]
 [♀ ad. (hiver), les Iscles, étang de Scamandre, 15 décem. 1878.]
 1. ♂ ad. (hiver), Camargue, 4 janvier 1879.
 [♂ ad. (hiver), Camargue, 4 janvier 1879.]
 [♂ ad. (hiver), Camargue, 4 janvier 1879.]
 [♂ ad. (hiver), Camargue, 4 janvier 1879.]
 [♀ ad. (hiver), Camargue, 4 janvier 1879.]
 [♂ ad., les Iscles, étang de Scamandre, 5 mars 1879.]
 [♂ ad., les Iscles (Camargue), 27 avril 1879.]
 2. ♂ ad., les Iscles, 27 avril 1879.
 3. ♂ ad., les Iscles, étang de Scamandre, 25 janvier 1880.
 4. ♀ ad. (hiver), les Iscles (Camargue), 25 janvier 1880.
 5. ♂ poussin, les Iscles (Camargue), 10 avril 1880.
 6. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 17 novembre 1881.
 7. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 20 décembre 1881.
 8. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 17 novembre 1881.
 9. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 17 novembre 1881.
 10. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1882.
 11. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1882.
 12. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1882.
 13. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 20 décembre 1882.
 14. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 20 décembre 1882.
 15. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 28 décembre 1882.
 16. ♂ ad., les Iscles (Camargue), 16 décembre 1885.
 47. ♂ ad. (noce), Nissan (Hérault), 5 avril 1887.
 48. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 18 janvier 1888.
 49. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue). 18 janvier 1888.

212. — *Anthoscopus pendulinus pendulinus* (L.) 1758

Linné : *Motacilla p.*; Gmelin : *Parus narbonensis*; Boie, Cabanis, Gray; *Ægithalus p.*; *Pendulinus polonicus* et *medius* Brehm; Sharpe (H. list) : *Remiza p.*

Mésange remiz; M. penduline.

Mus. P. et Cat. Marm. : *ÆGITHALUS PENDULINUS* Boie.

Rémiz penduline.

1. ♂ ad., les Iscles (Gard), 4 janvier 1879.

2. ♀ ad., les Iscles (Card), 4 janvier 1879.
3. ♂ ad., les Iscles (Gard), 5 mars 1879.
4. ♀ ad., les Iscles (Gard), 5 mars 1879.
5. ♀ ad., les Iscles (Gard), 4 mai 1879.
6. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 17 mai 1879.
7. ♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 17 mai 1879.
8. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 17 mai 1879.
- [♀ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 17 mai 1879.]
9. ○ jeune, l'Albaron (Camargue), 25 juin 1879.
10. ○ jeune, l'Albaron (Camargue), 25 juin 1879.
11. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 4 février 1881.
12. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 9 janvier 1886.

XXIV. — AMPÉLIDÈS

213. — *Ampelis garrulus* L., 1758

Temminck, Pennetier : *Bombycivora garrula*; Vieillot, Naumann, Reichenow :
Bombycilla garrula.

Jaseur de Bohême; Grand Jaseur; Jaseur ordinaire.

Cat. Marm. : *AMPELIS GARRULUS* L.

Jaseur de Bohême.

1. ♂ ad., Pologne.
2. ♀ ad., Pologne.
3. ♀ ad., Remiremont (Vosges), 15 janvier 1867.

XXV. — MUSCICAPIDÈS

214. — *Muscicapa atricapilla* L., 1766

Gray, Sharpe (II. list) : *Hedymela at.*

Gobe-mouches noir; Gobe-m. bec-figue.

Cat. Marm. : *MUSCICAPA NIGRA* Briss.

Gobe-mouches noir.

- (♂ ad., le Crotoy, 28 avril 1869.)
1. ♀ ad., Arcachon, 25 septembre 1873.
- (♂ ad., la Teste, 6 mai 1876.)
2. ♀ jeune de l'année, la Teste, 15 septembre 1877.
- (♂ jeune de l'année, la Teste, 15 septembre 1877.)
3. ♂ ad. (noce), l'Albaron, 6 mai 1879.
4. ♂ ad. (noce), l'Albaron, 6 mai 1879.
5. ♂ ad. (noce), l'Albaron, 15 avril 1880.

6. ♂ ad. (noce), l'Albaron, 6 avril 1881.
7. ♂ ad., Saint-Gilles, 28 avril 1887.

215. — *Muscicapa grisola* L., 1766**Gobe-mouches gris.**

Cat. Marm. : BUTALIS GRISOLA Boie.

Butalis gris.

- (♂ ad., Arcachon, 25 septembre 1873.)
- (♀ ad., Arcachon, 25 septembre 1873.)
1. ♂ ad. (noce), la Teste, 6 mai 1876.
2. ♀ ad. (noce), la Teste, 6 mai 1876.
3. ♂ ad., la Teste, 23 septembre 1877.
4. ♂ ad., la Teste, 23 septembre 1877.
5. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 1^{er} octobre 1879.
6. ♀ ad., environs de Nîmes, 11 juin 1882.
7. ♀ ad., les Iscles (Camargue), 9 mai 1883.

XXVI. — HIRUNDINIDÉS

216. — *Hirundo rustica* L., 1758*H. domestica* Pallas : *H. cahirica* Hartlaub.**Hirondelle de cheminée.**

Cat. Marm. : HIRUNDO RUSTICA L.

Hirondelle de cheminée.

1. ♂ ad., Ozoir-la-Ferrière, 2 mai 1867.
2. ♂ ad., Saint-Dizier, 29 août 1872.
(♀ ad., Saint-Dizier, 29 août 1872.)
(jeune Saint-Dizier, 29 août 1872.)
3. ♀ ad. (var. albina), Mestras, près Arcachon, 17 octobre 1872.
4. ♂ jeune de l'année, Paris, 28 juillet 1875; gorge jaune pâle.
5. ♂ ad., marais de Bouin (Vendée), 31 juillet 1881.
6. ♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 14 août 1884.
7. ♀ ad., le Crotoy, 11 mai 1885.

217. — *Chelidon urbica* (L.) 1758.

Linné, Roux, Naumann, *Hirundo urb.*; Reichenow : *Chelidonaria* et *Delichon urbica*; Brehm : *Chelidon fenestrarum* et *tectorum*; Sharpe (H. list) : *Chelidonaria ur.*

Hirondelle de fenêtre ; H. au croupion blanc.

Cat. Marm. : CHELIDON URBICA Boie.
Hirondelle de fenêtre.

1. ♀ ad., le Crotoy, juillet 1868.
2. ♂ ad., le Crotoy, juillet 1868.
3. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1877.
4. ♀ ad. (blanche), le Crotoy, 9 septembre 1879.
5. ○ jeune de l'année, le Crotoy, 28 octobre 1881.

218. — *Riparia riparia* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann : *Hirundo rip.*; Boie, Brehm., Bonaparte : *Cotyle rip.*; Gray, Sharpe (Cat.) : *Cotile rip.*; Sharpe (H. list) : *Clivicola rip.*

Hirondelle de rivage, ou riveraine.

Mus. P. et Cat. Marm. : COTYLE RIPARIA Boie.

Hirondelle de rivage; H. riveraine,

- (♂ ad., le Crotoy, 27 avril 1869.)
(♀ ad., le Crotoy, 27 avril 1869.)
1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1878.
(♀ jeune de l'année, le Crotoy, 21 août 1878.)
(♀ jeune de l'année, le Crotoy, 21 août 1878.)
(♂ jeune de l'année, le Crotoy, 21 août 1878.)
 2. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 21 août 1878.)
 3. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 21 août 1878.)
 4. ♀ ad., marais de Bouin (Vendée), 28 août 1882.
 5. ○ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 14 août 1884.
 6. ♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 14 août 1884.
 7. ○ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 14 août 1884.
 8. ○ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 14 août 1884.
 9. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 11 septembre 1885.

219. — *Cotyle rupestris* (Scop.) 1769

Scopoli, Temminck, Naumann : *H. rup.*; Roux : *H. montana* (Gm.) : *Cotyle rup.*;
Gray, Lesson : *Biblis rup.*; Loche, David et Oustalet, Sharpe (H. list) : *Ptyonoprogne rup.*

Mus. P. : COTYLE RUPESTRIS (Scop.)

Hirondelle de rocher; H. grise des rochers.

Cat. Marm. : BIBLIS RUPESTRIS Scop.

Biblis rupestre, hirondelle de rocher.

1. ♂ ad. (noce), bords du Gardon, la Baume, près Nîmes,
23 avril 1880.
2. ♂ ad. (noce), bords du Gardon, la Baume, près Nîmes,
3 mai 1880.
3. ♂ ad. (noce), bords du Gardon, la Baume, près Nîmes,
11 juin 1882.
4. ♂ ad. (noce), bords du Gardon, la Baume, près Nîmes,
14 avril 1883.
5. ♂ ad. (noce), bords du Gardon, la Baume, près Nîmes,
16 août 1883.

XXVII. — GYPSELIDÉS

220. — *Apus apus* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Bechstein : *Hirundo apus*; Boie, Hartert (Cat.) : *Micropus apus*;
Brehm : *Cypselus murarius* Tem.; Lesson : *Apus murarius*; Roux, Gray,
Naumann, Sharpe (H. list) : *Cypselus apus* (L.)

Mus. P. : CYPSELUS APUS (L.)

Martinet noir; M. de muraille.

Cat. Marm. : CYPSELUS APUS III.

Martinet noir.

1. ♂ ad., Paris, 23 mai 1871.
2. ♀ ad., Paris, 23 mai 1871.
3. ♀ ad., le Crotoy, 16 mai 1875.
4. ♂ ad., le Crotoy, 16 mai 1875.
5. ♀ ad., la Bernerie-Retz, 8 mai 1879.
6. ♂ ad., le Crotoy, 24 juin 1884.
7. ♂ ad., Raon-l'Étape (Vosges), 23 mai 1885.

221. — *Apus melba* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Bechstein : *Hirundo m.*; Vieillot, Roux, Naumann, Sharpe (H.
list), Gray : *Cypselus m.*; Temminck, Crespon, Schalow : *Cypselus alpinus*;
Boie, Hartert, (Cat.) : *Micropus m.*

Mus. P. : CYPSELUS MELBA (L.)

Martinet des Alpes; Grand martinet à ventre blanc.

Cat. Marm. : CYPSELUS MELBA III.

Martinet alpin, à ventre blanc.

1. ♂ ad., ravin de Constantine (Algérie), 12 avril 1881.

2. ♀ ad., ravin de Constantine (Algérie), 12 avril 1881.
3. ♂ ad., ravin de Constantine (Algérie), 12 avril 1881.
4. ♀ ad., ravin de Constantine (Algérie), 12 avril 1881.
5. ♂ ad., ravin de Constantine (Algérie), 12 avril 1881.

XXVIII. — CAPRIMULGIDÉS

222. — *Caprimulgus europæus* L., 1758

Roux : *Cap. vulgaris* Vieillot.

Engoulevent d'Europe ; Tette-chèvre ; Crapaud volant (Brisson).

Cat. Marm. : CAPRIMULGUS EUROPACUS L.

Engoulevent d'Europe.

1. ♀ ad., la Teste, 30 avril 1872.
2. ♀ ad., Villers, près Mantes, 15 juillet 1872.
3. ♂ ad., Villers, près Mantes, 15 juillet 1872.
4. ♂ ad., la Teste, 8 mai 1873.
5. ♀ ad., la Teste, 14 mai 1873.
6. ♂ ad., la Teste, 13 juin 1873.
7. ♂ ad., le Crotoy, 31 août 1875.
8. ♀ ad., le Crotoy, 7 septembre 1877.
- (♀ jeune de l'année, le Crotoy, 7 octobre 1877.
9. ♂ ad., le Crotoy, 24 mai 1879.
10. ♀ ad., le Crotoy, 26 septembre 1882.
11. ♀ ad. (variété), Saint-Gilles (Camargue), 13 octobre 1883 ; l'abdomen est blanc ; les rémiges primaires sont blanches, ainsi que les grandes couvertures des ailes.

XXIX. — COLUMBIDÉS

223. — *Columba palumbus* L., 1758.

Bonap., Loche, Gould : *Palumbus torquatus* (Leach.)

Mus. P. : PALUMBUS TORQUATUS Leach.

Pigeon ramier ; Colombe ramier ; Palombe.

Cat. Marm. : COLUMBA PALUMBUS L.

Ramier.

1. ♀ ad., Villenoye, près Meaux, 9 mars 1875.
2. ♂ ad., Villenoye, près Meaux, 3 avril 1875.
3. ♂ ad., le Crotoy, 24 février 1882.

224. — *Columba œnas* L., 1758Loche: *Palumbæna columbella* Bp.

Pigeon colombin; P. sauvage; Petit ramier.

Cat. Marm.: COLUMBA ŒNAS L.

Colombin.

1. ♂ ad., Saint-Dizier, 2 avril 1869.
2. ♂ ad., forêt de Compiègne, 6 avril 1869.
3. ♂ ad., le Crottoy, 7 septembre 1873.
4. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 15 octobre 1878.
5. ♂ ad., Bagnères-de-Bigorre, 15 octobre 1878.

225. — *Columba livia* Briss. 1760Lesson: *Col. amaliæ* Brehm.

Pigeon Biset; Pigeon de roche.

Coll. M.: COLUMBA LIVIA Briss.

Biset sauvage.

1. ♂ poussin, côtes de l'île de Houat (Morbihan), 13 septemb. 1879.
2. ♀ poussin, côtes de l'île de Houat (Morbihan), 13 septemb. 1879.
3. ♂ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 10 sept. 1879.
4. ♂ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 12 mars 1880.
5. ♀ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 14 mars 1880.
6. ♂ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 27 mars 1880.
7. ♀ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 8 janvier 1882.
8. ♂ ad., grottes de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), 7 février 1882.

226. — *Ectopistes migratorius* (L.) 1766Linné, Gmelin, Temminck, Vieillot: *Columba m.*; Swainson, Gundlacher: *E. migratoria*; Gray, Salvadori (Cat.): *E. migratorius*.

Pigeon migrateur; Tourterelle des Canards: Colombe voyageuse; Pigeon de passage (Buffon).

Cat. Marm.: ECTOPISTES MIGRATORIUS L.

Pigeon migrateur.

1. Un ♂ adulte, Europe.

227. — *Turtur turtur* (L.) 1758

Linné, Temminck, Savi, Naumann ; *Columba t.*; *Turtur communis* Selb.; Dresser, König ; *E. vulgaris* Eyt.; Bonap., Salvadori, Gould, Sharpe, Homey ; *E. auritus* Gray; Sharpe, Hartert. Salvadori (Cat.) ; *T. turtur*.

Tourterelle des bois ; T. d'Europe.

Mus. P. et Cat. Marm. : *TURTUR AURITUS* Ray.

Tourterelle vulgaire.

1. ♀ ad., forêt de la Teste, 11 mars mai 1873.
2. ♂ ad., forêt de la Teste, 1^{er} juin 1873.
3. ♀ ad., forêt de la Teste, 1^{er} juin 1873.
4. ♂ ad. (noce), forêt de la Teste, 18 mai 1878.
5. ♂ ad., environs de Melun, 22 mai 1881
6. ♀ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 1^{er} juin 1884.

XXX. — PTÉROCLIDÈS

228. — *Pteroclorus alchata* (L.) 1766

Linné, Gmelin, Bonnat : *Tetrao al.*; Temminck, Lichtenstein, Kaup, Gray : *Pterocles al.*; *Tetrao chata* Pall.; Sharpe (H. list.); *Pteroclidurus alchatus*.

Mus. P. : *PTEROCLES ALCHATUS* L.

Ganga cata.

Cat, Marm. : *PTEROCLES ALCHATA* L.

Ganga cata.

- [♂ ad., Algérie (Biskra), fin février.]
- [♀ ad., Algérie (Biskra), fin février.]
1. ♀ ad., la Crau, près Arles, 10 novembre 1879.
2. ♀ ad., la Crau, près Arles, 1^{er} janvier 1880.
3. ♀ jeune de l'année, la Crau près Arles, 22 décembre 1879.
4. ♀ jeune de l'année, la Crau près Arles, 10 décembre 1879.
5. ♂ jeune de l'année, la Crau près Arles, 11 février 1880.
6. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 1^{er} octobre 1881.
7. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 2 octobre 1881.
8. ♀ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 13 novembre 1882.
- [♂ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 3 décembre 1882.]
9. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 12 janvier 1883.
10. ♂ ad., Saint-Martin-de-Crau (Arles), 30 août 1884.
11. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 21 novembre 1884.
12. ♀ ad., la Crau, 11 décembre 1885.

13. ♂ ad., la Crau, 11 décembre 1885.
14. ♀ ad., la Crau, 14 décembre 1885.
15. ♀ ad., la Crau, 15 décembre 1885.
16. ♂ ad., la Crau, 1^{er} janvier 1886.
17. ♂ ad., la Crau, 1^{er} janvier 1886.
18. ♀ ad., la Crau, 31 décembre 1886.

229. — *Pteroclorus senegallus* (L.) 1767

Tetrao sen. Linné; Shelley : *Pterocles senegallus*; Gray Elliot : *Pterocles senegalis*; Rüppell : *Pterocles senegalis*; *Pterocles guttatus* Lichtenstein.

Ganga du Sénégal; Gélinothe du Sénégal.

1. ♀ juv., oasis d'Aumale (Sahara), 28 avril 1882 (D^r Martin).
2. ♂ juv., oasis d'Aumale (Sahara), 29 avril 1882 (D^r Martin).
(Anciens n^{os} 19 et 20 de l'espèce précédente.)

230. — *Pterocles arenarius* (Pall.) 1775

Pallas, Bonnat : *Tetrao ar.*; Vieillot : *Oenas arenaria*; Sharpe (H. list) : *Pteroclis ar.*

Gange unibande.

Cat. Marm. : *PTEROCLES ARENARIUS* Pall.

Ganga unibande.

1. ♂ ad., Espagne, 16 décembre 1880.

231. — *Syrrhaptes paradoxus* (Pall.) 1773

Pallas : *Tetrao par.*; Schinz, Jardine, Kaup : *S. pallasii* Tem.; *S. heteroclita* Vieill.

Syrrhapte ou Tétràs paradoxal; Poule des Steppes.

Coll. M. : *SYRRHAPTES PARADOXUS* Pall.

Syrraphte paradoxal.

1. ad., le Hourdel (Somme), 17 mai 1888.

XXXI — TÊTRAONIDÈS

232. — *Lagopus scoticus* (Lath.) 1778

Latham, Schinz : *Tetrao sc.*; *Tetrao saliceti* Tem.; Leach., Vieillot, Olphe-Galliard : *Lag. scoticus*.

Lagopède d'Ecosse; Grouse; Poule des marais; Gélinothe d'Ecosse.

Cat. Marm. : **TETRAO** (**LAGOPUS**) **SCOTICUS** Lath.

Lagopède rouge ou d'Ecosse. Grouse.

1. ♀ ad., Irlande.
2. ♂ ad., Irlande.
3. ♀ jeune de l'année, Ecosse, 30 septembre 1887.
4. ♂ jeune de l'année, Ecosse, 5 octobre 1887.

233. — **Lagopus lagopus** (L.) 1758

Linné, Gmelin, Pallás : *Tetrao lag.* ; Boie, Gray, Dresser : *Lag. albus* (Gm.) ;
Olphe-Gaillard : *Lag. subalpinus* (Nilss.) et *Lag. brachydactylus* Gould.

Mus. P. : **LAGOPUS ALBUS** Gm.

Lagopède blanc ; Gélinoite blanche ; Grouse blanche.

Cat. Marm. : **TETRAO** (**LAGOPUS**) **ALBUS** Vieill.

Lagopède blanc, subalpin.

1. ♂ ad. (hiver), Norvège (acheté à la halle de Paris), 5 mars 1886.
2. ♀ ad. (hiver), Norvège (acheté à la halle de Paris), 5 mars 1886.
3. ♂ ad. (hiver), Russie (acheté à la halle de Paris), 20 fév. 1888.
4. ♂ ad. (hiver), Russie (acheté à la halle de Paris), 20 fév. 1888.

234. — **Lagopus mutus** (Montin) 1786

Montin, Seebohm : *Tetrao m.* ; Roux, Naumann, Schinz : *Tetrao lagopus* Scop.
(nec Linné) ; Olphe-Gaillard : *Le vulgaris* Vieill. et *L. alpinus* (Nilss.)

Lagopède des Alpes ; Ptarmigan.

Cat. Marm. : **LAGOPUS MUTUS** Montin.

Lagopède alpin ; Gélinoite blanche.

1. jeune, pl. d'automne, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).
2. ad., pl. de printemps, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).
3. ♂ ad., pl. d'hiver, vallée de Campan (Bagnères-de-Bigorre),
17 janvier 1870.
4. ♂ jeune de l'année (automne), Bagnères-de-Bigorre, 10 oct. 1883.
5. ♀ jeune de l'année (automne), Bagnères-de-Bigorre, 4 oct. 1885.
6. ♀ ad., (hiver), Bagnères-de-Bigorre, 5 janvier 1885.
7. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre, 6 mars 1888.

235. — **Tetrao urogallus** L., 1758

Salvadori : *Urogallus vulgaris* Flem.

Mus. P. : **TETRAOGALLUS UROGALLUS** L.

Grand-coq de Bruyère.

Cat. Marm. : *TETRAO UROGALLUS* L.

Coq de Bruyère.

1. ♀ ad., Remiremont (Vosges), 15 octobre 1868.
2. ♂ ad., Luchon (Hautes-Pyrénées), 15 mai 1876.
3. ♀ ad., Bagnères-de-Bigorre (H^{tes}-P.), 1^{er} septembre 1881.
4. ♂ ad., Remiremont, 29 novembre 1881.
5. ♂ ad., Raon-l'Etape, 7 avril 1884.

Cat. Marm. : *TETRAO HYBRIDUS* L.

Tétras hybride.

1. ♂ ad., Sibérie, 1884.
2. ♂ ad., Sibérie, 1884.

Ce sont deux hybrides de Tétras ordinaire et de Tétras à queue fourchue.

236. — *Tetrao tetrix* L., 1758

Swainson, Jardine, Olphe-G., Gilioli, Ogilvie-Grant (Cat.), Sharpe (H. list) :
Lyrurus tetrix (L.).

Petit coq de bruyère ; Grouse noire.

Cat. Marm. : *TETRAO TETRIX* Linn.

Coq de bruyère à queue fourchue.

1. ♂ ad., Ecosse, octobre 1886.
2. ♀ ad., Ecosse, novembre 1886.
3. ♂ ad., Sibérie, 1884 ; variété mouchetée de blanc ; les couvertures des ailes sont blanches.

237. — *Tetrao bonasia* L., 1758

Bonap., Jaubert et Lap. : *Bonasia sylvestris* Brehm. ; Keys. et Bl., David et Oust.,
Ogilvie-Grant (Cat.), Sharpe (H. list) : *Tetrastes b.* ; Gray : *Bonasa betulina*
(Scop.) ; Olphe-G. : *Tetrastes bonasa*.

Gélinotte ; Grouse des noisettes.

Mus. P. et Cat. Marm. : *BONASA SYLVESTRIS* Brehm.

Gélinotte des bois.

1. ♀ ad., Remiremont (Vosges), 10 janvier 1861.
2. ♂ ad., Remiremont (Vosges), 20 janvier 1869.
3. ♂ ad., Ardennes, 10 octobre 1886.
4. ♀ ad., Ardennes, 10 octobre 1886.
5. ♀ ad., Russie (acheté à la Halle, 5 mars 1887).
6. ♂ ad., Russie (acheté à la Halle, 15 février 1888).

238. — *Francolinus francolinus* (L.) 1766

Linné : *Tetrao fr.*; Vieillot, Valenciennes, Lesson, Malherbe : *Perdix fr.*;
Gould, Gray, Schalow, Dresser : *Fr. vulgaris* Steph.; Keys. et Bl. : *Attagen fr.*

Francolin commun ; F. à collier roux.

Mus. P. et Cat. Marm. : *FRANCOLINUS VULGARIS* Steph.

Francolin vulgaire.

1. ♂ ad., île de Chypre, 2 février 1882.

2. ♀ ad., île de Chypre, 10 février 1882.

239. — *Caccabis saxatilis* (Meyer) 1805

Wolf et Meyer, Vieillot, Roux, Schinz, Crespon, Malherbe, Jaubert et L.,
Olphe-G. : *Perdix sax.*; Bonap., Keys et Bl. : *Perdix græca* Steph.; Gray,
Olphe-G. : *Caccabis græca* (Steph.)

Mus. P. : *CACCABIS GRÆCA* Briss.

Perdrix bartavelle ; Bartavelle.

Cat. Marm. : *PERDIX GRÆCA* Briss.

Bartavelle.

1. ♂ ad. (acheté à Paris en chair), 20 décembre, 1872.

2. ♂ ad., Piémont (acheté aux halles de Paris), 5 décembre 1885.

240. — *Caccabis chucar* (Gray) 1830

Gray : *Perdix chucar*.

Cat. Marm. : *PERDIX CHUKAR* J.-E. Gray.

Perdrix Chukar.

1. ♂ ad., Pera (Turquie), 29 décembre 1871 (Coll. Alleon).

241. — *Caccabis rufa* (L.) 1758

Linné, Bechstein : *Tetrao rufus*; Vieillot, Millet, Roux, Bouteille, Naumann,
Crespon : *Perdix rubra* Tem.; Gray, Salvadori, Olphe-G., Ogilvie-Grant
(Cat.) : *Caccabis rufa*; Olphe-G. : *Perdix atrorufa* Vincelot et *P. xantho-*
pleura Vinc.

Perdrix rouge d'Europe.

Cat. Marm. : *PERDIX RUBRA*. Briss.

Perdrix rouge.

1. ♀ ad., Berry, janvier 1867.
2. ♀ ad. (variété), acheté à Paris en chair, 7 novembre 1874.
3. ♂ ad., Dourdan (Seine-et-Oise), 27 janvier 1877.
[♀ ad., Dourdan (Seine-et-Oise), 27 janvier 1877.]
4. Poussin, la Bernerie-en-Retz (Loire-Inférieure), 1^{er} octobre 1878.
5. ♀ ad. (variété), Châteauneuf (Charente), 8 novembre 1881.
6. ♀ jeune de l'année, Sarthe, 31 août 1887.
7. ♀ jeune de l'année, Sarthe, 8 septembre 1887.
8. ♀ ad. (variété isabelle) (Camargue), 28 octobre 1887.

242. — *Caccabis petrosa* (Gm) 1786

Gmelin : *Tetrao petrosa*; Sclater : *Perdix barbara* Bonn. : Vieillot, Temminck, Schinz, Roux, Malherbe : *Perdix pet.*; Gray, Kœnig, Ogilvie-Grant (Cat.) : *Caccabis p.*

Perdrix de roche ou de la Gambra (Buffon); P. de Barbarie.

Cat. Marm. : *PERDIX PETROSA* Lath.

Perdrix de roche.

1. ♀ ad., environs de Constantine (Algérie), 2 avril 1881.
2. ♀ ad., environs de Constantine (Algérie), 2 avril 1881.

243. — *Perdix perdix* (L.) 1758

Linné, Bechstein : *Tetrao p.*; Temminck, Vieillot, Millet, Roux, Olphe-G. : *P. cinerea* Lath.; Bonaparte. Keys et Bl., Jaubert et Lap., Dubois : *Starne cinerea*; Gilioli : *Starne p.*; Hartert, Ogilvie-G. (Cat.); *Perdix p.*

Mus. P. : *PERDIX CINEREA* Lath.

Perdrix grise; P. commune; Perdrix cendrée (Olphe-G.).

Cat. Marm. : *STARNA CINEREA* Bp.

Perdrix grise.

1. ♀ ad., Meaux, 15 octobre, 1871.
2. ♀ ad., Roquette, le Crotoy, 24 décembre 1871.
3. ♂ ad., Roquette, le Crotoy, 24 décembre 1871.
4. 5, 6. ○ Trois poussins, Cuts (Oise), 24 juin 1875.
7. ○ Deux poussins, Cuts (Oise), 24 juin 1875.
8. ♀ jeune de l'année (variété), Cuts (Oise), 8 octobre 1875.
9. ♂ ad., Cuts (Oise), 23 mars 1876.
10. ♂ ad., Cuts (Oise), 23 mars 1876.
11. ♂ ad. (var. *montana*) (acheté à la Halle de Paris).
[♀ ad. (variété), Cuts, 16 septembre 1877.]

12. ♂ ad., Roquette, Bondy, 24 janvier 1878.
13. ♀ jeune de l'année (variété), Cuts, 12 septembre 1882.
14. ♀ ad., Sainte-Maure (Indre-et-Loire), 5 janvier 1882; variété moins rousse que la précédente.
15. ♂ ad. (variété), plaines de la Beauce (achetée à la halle de Paris), 7 septembre 1885.

244. — *Coturnix coturnix* (L.)

Linné Pallas : *Tetrao cot.*; Millet, Temminck, Vieillot, Crespon, Rôux : *Perdix cot.*; Jaubert et Laup, Dresser : *Cat. communis* Bonn.; Montagu, Fontaine, Olphe-G. : *Cot. major* Bechst., Koenig : *Cat. dactylisonans* Tem.; Keys. et Bl. : *Ortygion cot.*; *Cot. vulgaris* Bout.; *Ortyx communis* Lemett.

Caille commune; Caille vulgaire.

Mus. P. et Cat. Marm. : *COTURNIS COMMUNIS* Bonnat.

Caille.

1. ♀ ad., Normandie, 7 septembre 1871.
2. ♂ ad., Normandie, 7 septembre 1871.
3. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 2 novembre 1871.
4. ♀ ad. (hiver), la Bernerie (Loire-Inférieure), 10 janvier 1879.
5. ♂ poussin, l'Albaron (Camargue), 22 août 1879.
6. ♂ ad. (automne), la Bernerie (Loire-Inférieure), 12 septembre 1880.
7. ♂ ad. (noce), la Bernerie (Loire-Inférieure), 21 septembre 1882.
8. ♂ jeune de l'année, les Moutiers (Loire-Infér.), 25 juillet 1882.
9. ♂ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 31 juillet 1882.
- 10, 11, 12. ○ trois poussins, le Crotoy, 27 août 1883.
13. ♂ ad., Sylves-de-Quatret (Camargue), 10 janvier 1887.

245. — *Phasianus colchicus* L., 1766

Faisan ordinaire ou de Colchique.

Cat. Marm. : *PHASIANUS COLCHICUS* L.

Faisan ordinaire.

1. ♂ ad.

XXXII. — OTIDÉS

246. — *Otis tarda* L. 1758

Otis major Brehm.

Outarde barbue; Grosse Outarde.

Cat. Marm. : OTIS TARDA L.

Grande Outarde, O. barbue.

(♀ ad., Kustendje, 15 mai 1875.)

1. ♂ ad., Kustendje, 10 mai 1875 ; grande taille.
2. ♀ ad., le Crotoy (garennnes de Saint-Quentin), 6 avril 1880.
3. ♀ ad., l'Albaron (Camargue), 19 janvier 1885.

247. — *Tetrax tetrax* (L.) 1758Linné : *Otis t.*; Bonap., Loche : *Otis campestris* Leach.; *Otis minor* Brehm.

Outarde canepetière ; Petite Outarde.

Mus. P. et Cat. Marm. : OTIS TETRAX L.

Canepetière.

1. ♀ ad., plaines de Châlons (Champagne), 28 septembre 1868.
2. ♂ ad., les Grandes-Chapelles (Aube), 1^{er} juin 1876.
3. ♀ ad., les Grandes-Chapelles (Aube), 16 juin 1874
4. ♂ ad., Kustendje, 18 mai 1875.
5. ♂ jeune de l'année, champs entre le Crotoy et Rue, 6 septembre 1875.
6. ♂ ad., landes de Mestras, près la Teste, 26 mars 1876.
7. ♂ jeune de l'année, plaines de la Crau, 20 novembre 1878.
8. ♂ ad. (noce), Sainte-Maure (Indre-et-Loire), 12 mai 1885.
9. ○ poussin, la Dobrutscha, juin 1882.
10. ○ poussin, la Dobrutscha, juin 1882.

248. — *Houbara undulata* (Jacq.) 1784Jacquin : *Psophia und.*; Vieillot, Temminck, Gurney, Kœnig : *Otis h.*; Lesson, Gray : *Chlamydotis h.*; Gray : *Eupodotis h.*; Dresser : *Otiš und.*

Petite outarde huppée d'Afrique ; Outarde houbara.

Cat. Marm. : HOUBARA UNDULATA G. R. Gray.

Houbara ondulée.

(♂ ad., Algérie).

1. ♂ ad., Algérie.

XXXIII. — GLARÉOLIDÉS

249. — *Glareola fusca* (L.) 1766

Linné : *Tringa f.* ; Keys. et Bl., Jaubert et Lap., Loche, Sharpe (Cat. et H. list),
Gray : *Gl. pratincola* Leach.

Glaréole à collier ; Gl. giarole ; Perdrix de mer à collier ; Giarole
(Buffon).

Cat. Marm. : GLAREOLA PRATINCOLA L.

Glaréole à collier.

1. ♀ ad., Kustendje, 22 mai 1875.
2. ♂ ad., Kustendje, 20 mai 1875.
[♂ ad., les Marismas du Coto del Rey (Séville), 21 juin 1877.]
3. ○ poussin, les Marismas du Coto del Rey (Séville), 21 juin 1877 ;
tacheté sur le jugulum.
4. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 29 mai 1879.

250. — *Glareola melanoptera* Nordm., 1842

Gray : *Gl. nordmanni* Fischer ; *Gl. pallasi* Bruch.

Glaréole ou Giarole mélanoptère.

Cat. Marm. : GLAREOLA MELANOPTERA Nordm.

Glaréole mélanoptère.

[Un ad., Europe orientale (M. Alléon).]

1. Un ad., Europe orientale (M. Alléon).

XXXIV. — CHARADRIIDÉS

251. — *Oedicnemus oedicnemus* (L.) 1758

Linné : *Charadrius oed.* ; Naumann, Bonap. Crespon, Gurney, Kœnig : *Oed.*
crepitans Tem. ; *Oed. Scolopax* Dresser ; Sharpe (Cat.), Hartert : *Oed. oed.*

Oedicnème criard ; Courlis de terre ; Grand Pluvier.

Cat. Marm. : OEDICNEMUS CREPITANS Tem.

Oedicnème criard.

1. ♂ ad., le Crotoy, 22 juillet 1869.
2. ♀ ad., le Crotoy, 24 mars 1873.
3. ♀ ad., la Teste, 13 janvier 1876.
4. ○ poussin, dunes de Saint-Quentin (Picardie), 18 juillet 1876.
5. ○ poussin, dunes de Saint-Quentin (Picardie), 18 juillet 1876.

Ces deux spécimens sont marqués de deux raies dorsales longitudinales noires et d'une raie de chaque côté sur les flancs.

6. ○ poussin, dunes de Saint-Quentin (Picardie), 26 juillet 1876.
7. ♀ ad., le Crotoy, 22 mars 1877.
8. ♂ ad., le Crotoy, 12 avril 1877.
9. ○ poussin, dunes de Saint-Quentin, près le Crotoy, 10 juin 1878.

Les raies noires sont peu nettes.

10. ♂ ad., le Crotoy, 17 avril 1879.
11. ♂ ad., le Crotoy, 17 avril 1879.
12. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 16 octobre 1883.
13. ♀ ad., Sainte-Marie (Loir-et-Cher), 27 avril 1887.

252. — *Cursorius gallicus* Gm., 1788

Gmelin, Bolle : *Charadrius gall.* ; Bonap. : *Cursorius europaeus* Lath. ; Temminck, Lesson, Crespon, Kœnig : *Cursorius isabellinus* Meyer et W. ; Roux : *Tachydromus gall.* ; Vieillot : *Tachydromus europaeus* (Lath.).

Courvite gaulois ; C. isabelle ; le Court-vite (Buffon).

Cat. Marm. : *CURSORIUS GALLICUS* Gm.

Courvite gaulois.

Un ad., Tunis, juillet 1868.

Un ad., Constantine (Algérie), avril 1881.

253. — *Charadrius apricarius* L., 1788

Vieillot, Temminck, Roux, Selys, Crespon, Jaubert et Lap., Sharpe (Cat. et H. list.) : *Char. pluvialis* L. ; Naumann : *Ch. aureus* Suckow ; Lesson, Bonap., Loche : *Pluvialis ap.*

Pluvier ; P. doré.

Cat. Marm. : *PLUVIALIS APRICARIUS* L.

Pluvier doré.

1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 25 mai 1870.
2. ♀ jeune de l'année, Arcachon, 13 novembre 1872.
3. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 28 février 1873.

4. ♂ ad. (hiver), bassin d'Arcachon, 29 septembre 1873.
5. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 17 septembre 1875.
6. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 30 octobre 1876.
7. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 12 avril 1877.
8. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 24 septembre 1878.
9. ♀ jeune de l'année, baie de Bourgneuf, la Bernerie, 11 octobre 1878.
10. ♀ ad. (hiver), Saint-Gilles (Camargue), 26 octobre 1882.
11. ♂ ad., l'Albaron (Camargue), 17 avril 1885.
12. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 16 avril 1887.
13. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 16 avril 1887.
14. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 16 avril 1887.

254. — *Squatarola squatarola* (L.) 1758

Linné, Scopoli : *Tringa sq.*; Temminck, Crespon, Fallon : *Vanellus melanogaster* Bechst.; Lesson, Olphe-G. : *Sq. grisea* Leach.; Roux, Jaubert et Lap. : *Vanellus helveticus* Vieillot; *Charadrius hel.* (V.); Sharpe (Cat. et H. list), Gray : *Squatarola hel.* (V.); Naumann : *Charadrius sq.* (L.); Schlegel : *Pluvialis varius* (L.).

Mus. P. : *CHARADRIUS VARIUS* Briss.

Vanneau suisse; V. pluvier.

Cat. Marm. : *PLUVIALIS VARIUS* Briss.

Vanneau suisse.

1. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 30 novembre 1869.
2. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 21 mai 1872.
3. ♀ jeune d'un an (transition), Arcachon, 11 mai 1873.
4. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 15 mai 1873.
5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 15 mai 1873.
6. ♀ jeune d'un an (transition), le Crotoy, 15 mai 1873.
7. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 15 mai 1873.
8. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 15 mai 1873).
9. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 15 mai 1873.
10. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 1^{er} novembre 1875.
11. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 9 mai 1876.
12. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 31 août 1878.
13. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 16 mai 1881.
14. ♂ ad. (transition), les Moutiers (baie de Bourgneuf), 20 août 1884.

254. — *Charadrius morinellus* L., 1758

Gmelin : *Ch. sibiricus* Lepech.; Bonap., Schlegel, Loche : *Morinellus sibiricus* Lepech.; Dresser, Seeböhm, Sharpe (Cat. et H. list.), Gray : *Eudromias mor.*

Pluvier guignard ; Petit Pluvier.

Cat. Marm. : *MORINELLUS SIBIRICUS* Bp.

Pluvier guignard.

1. ♂ ad., le Crotoy, 2 mai 1868.
2. ♀ ad., le Crotoy, 2 mai 1868.
(♀ ad., le Crotoy, 2 mai 1868).
3. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 1^{er} novembre 1868.
(♂ ad., le Crotoy, 18 mai 1872).
4. ♂ ad., le Crotoy, 18 mai 1872.
5. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1874.
(♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1876).
6. ♀ ad., le Crotoy, 15 mai 1876.
(♂ jeune de l'année, le Crotoy, 14 septembre 1877).
7. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 29 avril 1878.
8. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 7 septembre 1878.
9. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 5 septembre 1879.
10. ♂ ad., Saint-Gilles (Camargue), 29 août 1882.
11. ♀ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 29 août 1882.
12. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1884.
13. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 27 avril 1886.
14. ♂ ad., le Crotoy, 29 août 1887.
15. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 29 août 1887.

Les quatre jeunes (3, 8, 9, 11) n'ont pas encore la ceinture noire et blanche.

255. — *Charadrius hiaticula* L., 1758

Temminck, Olphe-G., Schalow : *Ch. hiaticula*; Boie, Bonap., Gray, Dresser : *Aegialitis h.*; Sharpe (Cat. et H. list) : *Aegialitis hiaticola*; *Hiaticula h.* Licht.

Grand pluvier à collier ; Pluvier hiaticule ; Maillotin.

Cat. Marm. : *CHARADRIUS HIATICULA* L.

Grand pluvier à collier.

- (♂ jeune de première année, le Crotoy, 1^{er} septembre 1868).
- (♂ ad., Arcachon, 4 mai 1873).

1. ♀ ad., Arcachon, 4 mai 1873).
2. ♀ ad., le Crotoy, 21 mai 1873.
3. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1874.
4. ♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1874.
- (♂ ad., le Crotoy, 20 mai 1874.
5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 15 mai 1876.
6. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 12 septembre 1876.
7. ♂ ad., la Teste, 3 mai 1877.
8. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 26 août 1877.
9. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 23 août 1878.
10. ♂ jeune de l'année, 28 août 1878.

256. — *Charadrius dubius* Scop., 1786

Jaub. et Lap., Loche : *Ch. curonicus* Gm.; Jerdon, Schlegel : *Ch. philippinus* Lath.; Naumann, Crespon, Selys : *Ch. minor* Wolf; Oustalet : *Ch. fluviatilis* Bechst.; Boie : *Aegialitis minor* (Wolf); Gray, Brehm : *Aegialitis fluviatilis* (Bechst.); Keys. et Bl. : *Aegialitis curonicus* (Gm.); Sharpe (H. list) : *Aegialitis dubia*; Gray : *Hiaticula curonica* (Gm.).

Mus. P. : *CHARADRIUS FLUVIATILIS* Bechst.

Petit Pluvier à collier; P. gravelotte; P. des Philippines; Gravelot nain; Petit Maillotin.

Cat. Marm. : *CHARADRIUS PHILIPPINUS* Scopoli.

Petit pluvier à collier.

(adulte, Besançon, mai).

1. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 31 août 1869.
2. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 1^{er} septembre 1869.
3. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 31 juillet 1876.
4. ♂ ad. (noce), les Iscles (Camargue), 14 mai 1880.
5. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 1^{er} mai 1881.
6. ♂ ad., Gard, 24 avril 1884.
7. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 20 avril 1886.
8. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 29 avril 1887.

257. — *Charadrius alexandrinus* L., 1758

Vieillot, Temminck, Naumann, Jaubert et Lap., Loche : *Ch. cantianus* Loth.; Boie, Bonap., Crespon, Dresser : *Aegialitis cantianus* (Lath.); Gray : *Hiaticula cantiana* (Lath.); Gray : *Aegialophilus cantianus*; Sharpe (H. list) : *Aegialitis alexandrina* (L.).

Pluvier à collier interrompu; P. à demi-collier; P. poitrine blanche; Gravelot de Kent.

Mus. P. et Cat. Marm. : CHARADRIUS CANTIANUS Lath.
Pluvier à collier interrompu.

- (♂ ad., le Crotoy, mai 3333).
1. poussin, le Crotoy, 13 juillet 1869.
 2. poussin, le Crotoy, 2 août 1869.
 3. poussin, le Crotoy, 2 août 1869.
 4. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 25 septembre 1874.
(♂ ad. (noce), le Crotoy, 3 mai 1875).
(♂ ad. (noce), le Crotoy, 27 avril 1875).
(♂ ad. (noce), le Crotoy, 20 avril 1875).
(♀ ad. le Crotoy, 20 avril 1875).
 5. ♂ jeune de première année, le Crotoy, 12 septembre 1876.
(♂ ad. (noce), le Crotoy, 13 avril 1877).
 6. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 15 avril 1877.
 7. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1877.
 8. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1877.
 10. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 29 avril 1877.
[♀ ad. (noce), le Crotoy, 3 mai 1877].
 11. ○ jeune de l'année, le Crotoy, 16 juillet 1877.
(○ jeune de l'année, le Crotoy, 16 juillet 1877).
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 12 avril 1880.]
 12. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 17 avril 1880.
 13. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 23 avril 1883.
 14. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1884.
(♀ ad., le Crotoy, 20 avril 1885.)
 15. ♂ ad., le Crotoy, 10 mai 1885.

258. — *Vanellus vanellus* (L.) 1758

Linné, Gmelin : *Tringa van.*; Gilioli, Reichenow : *Vanellus capella* (Schaeff.)
Bechstein : *Van. vulgaris*; Gray, Wolf et Meyer : *Van. cristatus*; Pallas,
Naumann : *Charadrius vanellus*.

Vanneau huppé ; Pivi.

Mus. P. et Cat. Marm. : VANELLUS CRISTATUS Meyer et Wolf.
Vanneau huppé.

1. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 30 novembre 1869.
[♀ ad. (hiver), le Crotoy, 13 novembre 1873.
2. poussin, dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy.

3. Poussin, dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy.
4. ♀ ad. (été), dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy, 19 mai 1876.
5. Poussin, dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy, 30 mai 1876.
6. Poussin, dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy, 30 mai 1876.
7. ♂ ad. (noce), dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy, 2 avril 1878.
8. ♂ ad. (noce), dunes de Saint-Quentin-en-Tourmont, près le Crotoy, 2 avril 1878.
9. ♂ jeune de l'année, Saint-Gilles (Camargue), 5 novembre 1881.
10. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 5 novembre 1881.
11. ♀ jeune de l'année, la Bernerie, 15 septembre 1884.
12. ♂ jeune de l'année, la Bernerie, 15 septembre 1884.
13. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 20 avril 1886.

259. — *Haematopus ostralegus* L., 1758

Lesson : *Ostralega europæa*.

Huîtrier pie ; H. commun ; H. ostralègue.

Cat. Marm. : *HÆMATOPUS OSTRALÆGUS* L.

Huîtrier, Pie de mer.

1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 25 mars 1868.
 2. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 25 mars 1868.
 3. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 19 février 1870.
 4. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 5 septembre 1875.
 5. ♀ ad. (noce), Arcachon, 8 avril 1876.
 6. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 21 mai 1876.
 7. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 26 décembre 1876.
 8. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 28 décembre 1876.
 9. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 5 mars 1877.
 10. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 16 février 1879.
- [♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 28 août 1882.

260. — *Arenaria interpres* (L.) 1758

Linné, Gmelin, Gätke : *Tringa int.* ; Temminck, Crespon, Pennetier : *Strepsilas collaris* ; Gray : *Cinclus int.* ; *Strepsilas int.*

Tourne-pierre vulgaire ; T. à collier.

Mus. P. et Cat. Marm. : STREPSILAS INTERPRES L.
Tourne-pierre.

1. ♂ ad., le Crotoy, mai 1867.
(♀ ad., Arcachon, 12 mai 1868.)
(♀ ad., le Crotoy, 12 mai 1869.)
2. ♂ ad., le Crotoy, 15 mai 1870.
3. ♂ ad., Arcachon (cap Ferret), 12 mai 1872.
4. ♂ jeune de l'année, Arcachon (cap Ferret), 9 septembre 1873.
5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 15 mai 1876.
6. ♀ ad., le Crotoy, 15 mai 1876.
7. ♀ jeune de l'année, la Bernerie-en-Retz, 26 août 1877.
8. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 15 novembre 1878.
9. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 29 avril 1879.
10. ♂ ad. (noce), la Bernerie (Loire-Inférieure), 1^{er} juin 1884.

XXXV. — SCOLOPACIDÈS

261. — *Numenius arquatus* (L.) 1758

Linné : *Scolopax arquata* ; Sharpe (H. list) ; *N. arquata* (L.).

Courlis cendré ; Grand courlis cendré ; C. arqué.

Cat. Marm. : NUMENIUS ARQUATA L.

Grand courlis, Courlis cendré.

1. ♀ ad., le Crotoy, 5 décembre 1871.
2. ♀ ad., le Crotoy, 4 septembre 1877.
3. ♂ ad., Marseille, 20 novembre 1878.
4. ♂ ad., Marseille, 10 décembre 1878.
5. ♀ ad., Saint-Gilles (Camargue), 20 mars 1885.

262. — *Numenius tenuirostris* Vieill., 1817

Cat. Marm. : NUMENIUS TENUIROSTRIS Vieill.

Courlis à bec grêle.

Un adulte, marqué de nombreuses taches noires à l'abdomen ; les stries sont larges et le bec est très long, 2 centimètres plus long que chez le suivant.

263. — *Numenius phaeopus* (L.) 1758

Linné : *Scolopax ph.* ; Gray : *Phaeopus ph.*

Courlis corlieu ; Petit courlis ; Courlis de terre.

Cat. Marm. : *NUMENIUS PHAEOPUS* Lath.

Corlieu.

1. ♀ ad., Arcachon, 4 mai 1873.
2. ♀ ad., le Crotoy, 9 mai 1876.
3. ♂ ad., le Crotoy, 9 mai 1876.
4. ♀ ad., le Crotoy, 10 mai 1876.
5. ♂ jeune de l'année, la Bernerie (Loiré-Inf.), 17 septembre 1878.
6. ♀ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inf.), 17 septembre 1878.

264. — *Limosa limosa* (L.) 1758

Linné : *Scolopax limosa* ; Pallas, Bonaparte, Fatio et Studer, Gray : *L. aegocephala* ; Leisler, Temminck, Naumann, Crespon : *L. melanura* ; Vieillot, Roux : *Limicola melanura* ; *L. melanuroïdes* ; Salvadori : *Limosa belgica*.

Barge commune ; Barge aegocephale.

Mus. P. et Cat. Marm. : *LIMOSA AEGOCEPHALA* Leach.

Grande barge ; Barge à queue noire.

1. ♀ ad., le Crotoy, 23 avril 1874.
2. ♀ ad., le Crotoy, 28 avril 1874.
3. ♂ ad., le Crotoy, 30 avril 1874.
4. ♂ ad., le Crotoy, 30 avril 1874.
5. ♂ ad., le Crotoy, 30 avril 1874.
- [♂ ad. (noce), le Crotoy, 21 avril 1877.]
6. ♂ jeune de l'année, Bouin (Vendée), baie de Bourgneuf, 13 novembre 1878.
7. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 26 mars 1886.
8. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 29 avril 1880.
9. ♂ jeune de l'année (sans roux), Saint-Gilles (Camargue), 24 octobre 1882.
10. ♀ jeune de l'année (sans roux), Saint-Gilles (Camargue), 24 octobre 1882.
11. ♂ jeune de l'année (sans roux), Saint-Gilles (Camargue), 24 octobre 1882.
- [12. ♂ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 20 août 1887.]
- [13. ♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 20 août 1887.]

265. — *Limosa lapponica* (L.) 1758

Linné : *Scolopax lap.* ; Temminck, Brehm, Naumann : *L. rufa*.

Barge rousse ; B. moyenne ; B. à queue barrée.

Cat. Marm. : LIMOSA RUFa Briss.

Barge rousse.

1. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 8 septembre 1867.
2. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 8 septembre 1867.
3. ♂ ad., le Crotoy, 26 mars 1868.
4. ♂ ad., le Crotoy, 9 septembre 1869.
5. ♀ ad., le Crotoy, 24 février 1870.
(♀ ad., le Crotoy, 18 mai 1872.)
6. ♂ ad., le Crotoy, 10 février 1873.
7. ♂ ad., le Crotoy, 11 mai 1874.
8. ♂ ad., le Crotoy, 11 mai 1874.
9. ♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1874.
10. ♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1874.
(♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1874.)
(♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1874.)
11. ♀ ad., le Crotoy, 14 mai 1874.
12. ♂ jeune d'un an, Arcachon, 1^{er} janvier 1874.
(♂ jeune d'un an, Arcachon, 1^{er} janvier 1874.)
13. ♀ jeune d'un an, le Crotoy, 17 septembre 1875.
14. ♂ jeune d'un an, le Crotoy, 17 septembre 1875.
15. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 26 août 1877 ; châtain, moucheté de blanc.
16. ♂ juv., marais de Bouin (Vendée), 20 août 1887.
17. ♀ juv., marais de Bouin (Vendée), 20 août 1887.

266. — *Terekia cinerea* (Guldenst.) 1874

Guldenstedt : *Scolopax cin.* ; Temminck : *L. terek.* ; Gray, Blasius : *Limosa cin.* ;
Pallas : *L. recurvirostra*.

Barge térek ; B. recurvirostre.

Cat. Marm. : TEREKIA CINEREA Güld.

Barge de Térék.

1. ♂ ad., le Crotoy, 18 mai 1883.

267. — *Macrorhampus griseus* (Gm.) 1788

Gmelin: *Scolopax grisea*; Lawrence: *M. scolopaceus*.

Cat. Marm.: *MACRORAMPHUS GRISEUS* Leach.
Macroramphie gris.

1. ad. (noce), Amérique du Nord (Brunswick), mai 1884.

268. — *Scolopax rusticola* L., 1758

Boddaert, Naumann, Sharpe (H. list): *S. rusticola*.

Bécasse commune ou B. ordinaire.

Cat. Marm.: *SCOLOPAX RUSTICULA* L.
Bécasse.

1. ♀ ad., le Crotoy, 8 janvier 1867.
2. ♂ ad., Berry, 20 janvier 1867.
3. ♂ ad., le Crotoy, 23 novembre 1875.
4. ♂ ad., la Bernerie (Loire-Inférieure), 23 novembre 1884; très blanchâtre en dessous.
5. ♂ ad., dunes de Neufchâtel (Pas-de-Calais), 5 décembre 1887.

269. — *Gallinago media* (Frisch) 1763

Frisch, Schinz, Vieillot, Naumann: *Scolopax media*; Gmelin, Temminck: *Scolopax major*; Koch, Leach, Gray, Loche, Reichenow, Sharpe (H. list): *Gallinago major*; Brehm: *Telmatias m.*

Bécassine double; grande B.; B. de marais.

Mus. P. et Cat. Marm.: *GALLINAGO MAJOR* Gm.
Bécassine double.

1. ♂ ad., le Crotoy, 20 avril 1870.
2. ♀ ad., tourbières d'Ailly (Somme), près d'Amiens, 12 avril 1875.
(♀ jeune de l'année, tourbières de Longpré, entre Amiens et Abbeville, 4 septembre 1875.
3. ♂ jeune de l'année, marais de Rue, 7 septembre 1876.
4. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 8 avril 1878.
5. ♂ ad. (noce), acheté à la halle de Paris, 18 mai 1879.
6. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 17 août 1881.
7. ♂ ad., le Crotoy, 12 septembre 1881.

8. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 15 septembre 1881.
9. ♂ jeune de l'année, Villers-sur-Authie, 24 septembre 1882.
10. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 2 octobre 1884.

270. — *Gallinago gallinago* (L.) 1758

Linné, Temminck, Naumann : *Scolopax gall.* ; Gray, Bonaparte, Loche : *G. scolopacina* ; Cripps, Koenig : *G. gallinaria* ; Dresser, Reichenow, Witaker : *G. caelestis*.

Mus. P. : GALLINAGO SCOLOPACINA Gm.

Bécassine ordinaire ; grande Bécassine.

Cat. Marm. : GALLINAGO SCOLOPACINUS Bp.

Bécassine ordinaire.

1. ♂ ad., Rue (Somme), 24 mars 1872.
2. ♀ ad., Rue (Somme), 24 mars 1872.
3. ♂ ad., Rue (Somme), 24 mars 1872.
4. ♀ ad., le Crotoy, 12 mars 1875.
5. ♂ ad., le Crotoy, 22 septembre 1876.
6. ♀ ad., marais de la Teste, 17 décembre 1876.
[ad., var. *pygmea* (type), Abbeville, octobre 1832.]
7. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 24 septembre 1878.
[♀ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 3 mars 1883.]
8. ♀ jeune de l'année, Rang-du-Fliers (P.-de-C.), 10 août 1883.
9. ♂ jeune de l'année, Rang-du-Fliers (P.-de-C.), 5 août 1886.
10. ♀ jeune de l'année, Rang-du-Fliers (P.-de-C.), 11 août 1886.

271. — *Gallinago gallinula* (L.) 1766

Linné, Naumann : *Scolopax gall.* ; Kaup. Loche, Sharpe (H. list), Gray, Salvadori : *Limnocryptes gall.*

Petite bécassine ; B. sourde ; B. gallinule.

Cat. Marm. : GALLINAGO GALLINULA L.

Bécassine sourde.

- [♀ ad., marais de Pontoile, près Rue (Somme), 15 nov. 1867.]
1. ♂ ad., marais de Pontoile, près Rue (Somme), 15 nov. 1867.
2. ♀ ad., le Crotoy, 15 novembre 1873.
3. ♂ ad., le Crotoy, 19 octobre 1875.
4. ♂ ad., marais de Noyelles, près Rue, 30 octobre 1876.

- (♀ ad., le Crotoy, 4 octobre 1878.)
 5. ♀ ad., le Crotoy, 25 décembre 1878.
 6. ♀ ad., marais de Rue (Somme), 27 septembre 1882.
 7. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 26 avril 1884.
 8. ♀ ad., le Crotoy, 15 octobre 1886.
 9. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 27 septembre 1887.

272. — *Calidris arenaria* (L.) 1766

Linné : *Tringa arenaria* ; Gmelin : *Charadrius rubidus* ; Meyer et Wolf : *Arenaria calidris*.

Sanderling variable ; Bécasseau des sables.

Cat. Marm. : **CALIDRIS ARENARIA L.**

Sanderling.

1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 30 avril 1869.
2. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 30 novembre 1869.
3. ♂ ad. (noce), Arcachon (cap Ferret), 12 mai 1872.
4. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 14 mai 1872.
5. ♂ jeune de l'année, Arcachon (cap Ferret), 10 septembre 1872.
6. ♂ jeune de l'année, Arcachon (cap Ferret), 7 septembre 1873.
7. ♀ ad. (hiver), Arcachon (cap Ferret), 14 novembre 1873.
8. ♀ ad. (noce), Arcachon (cap Ferret), 19 mai 1874.
9. ♂ ad. (noce), Arcachon (cap Ferret), 19 mai 1874.
10. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 19 mai 1874.
11. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 7 décembre 1876.
12. ♂ ad. (demi-noce), le Crotoy, 3 mai 1877.
13. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 22 août 1877.
14. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 22 août 1877.
 [♀ ad. (transition), le Crotoy, 7 septembre 1877.]
15. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 26 novembre 1877.
16. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 26 novembre 1877.
17. ♀ jeune de l'année, la Bernerie-en-Retz (baie de Bourgneuf),
 26 août 1878.
18. ♀ jeune (transition), le Crotoy, 24 septembre 1878.
19. ♂ jeune (transition), le Crotoy, 24 septembre 1878.
20. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 23 juillet 1879.
21. ♀ jeune de l'année, les Moutiers (Vendée), 25 août 1882.
22. ♂ ad. le Crotoy, 18 novembre 1882.
23. ♀ jeune de l'année, la Bernerie (Loire-Inférieure), 1^{er} juin 1884
 (date douteuse).
24. ♂ ad. (noce), la Bernerie (Loire-Inférieure), 1^{er} juin 1884.

273. — *Tringa canutus* L., 1758

Naumann, Gätke : *T. islandica* L.; Brunnich, Temminck : *T. cinerea*.

Maubèche commune; M. grise.

Cat. Marm. : *TRINGA CANUTUS* L.

Bécassine canut, maubèche.

1. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 10 mai 1869.
[♀ ad. (noce), le Crotoy, 10 mai 1869.]
2. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 16 mai 1869.
3. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 30 novembre 1869.
4. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 14 mai 1872.
5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.
6. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.
7. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.
8. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 29 juin 1875.
9. ♀ ? jeune de l'année, le Crotoy, 20 août 1876.
10. ♀ ? jeune de l'année, le Crotoy, 23 août 1876.
11. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 5 décembre 1876.
12. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 5 décembre 1876.
13. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 11 mai 1877.
14. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 8 novembre 1877.
15. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 31 août 1878.
16. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 10 septembre 1878.
17. ♀ jeune de l'année, la Bernerie, 16 septembre 1882.

274. — *Tringa maritima* Brünn., 1764

Gmelin, Lesson, Naumann : *T. maritima*; Brehm : *T. nigricans* Montagu;
Tringa striata Salvadori; Gray, Sharpe (Cat. et H. list) : *Arquatella mar*;
Fritsch, Gilioli : *Pelidna mar*.

Bécasseau violet; B. maritime.

Cat. Marm. : *TRINGA MARITIMA* Brünn.

Bécasseau violet.

- (♀ ad., le Crotoy, 3 novembre 1869.)
1. ♂ ad., le Crotoy, 27 novembre 1869.
2. ♀ ad., le Crotoy, 2 décembre 1869.
3. ♂ ad., le Crotoy, 13 novembre 1875.
(♂ jeune de l'année, le Crotoy, 26 novembre 1877.)

4. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 1^{er} novembre 1882.
5. ♀ ad., le Crotoy, 16 novembre 1882.
6. ♂ ad., le Crotoy, 13 décembre 1883.
7. ♀ ad., le Crotoy, 21 octobre 1883.
- (♂ ad., le Crotoy, 9 novembre 1885.)
8. ♀ ad., le Crotoy, 13 novembre 1879.

275. — *Tringa ferruginea* Brunn., 1764

Temminck, Naumann, Reichenow : *T. subarquata*; Kaup, Loche, Gray : *Ancylocheilus sub.*; Sharpe (H. list) : *Ancylocheilus sub.*

Mus. P. : *TRINGA SUBARQUATA* Guld.

Bécasseau Cocorli; Petit courlis; Grosse alouette de mer.

Cat. Marm. : *PELIDNA SUBARQUATA* Brehm.

Bécasseau cocorli.

- [♂ ad. (transition), le Crotoy, 8 mai 1867.]
- [♂ ad. (noce), le Crotoy, 2 mai 1868.]
1. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 5 novembre 1869.
2. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 8 mai 1872.
3. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 8 mai 1872.
4. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 27 août 1874.
- [♀ ad. (hiver), le Crotoy, 9 septembre 1874.
5. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 25 septembre 1874.
6. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 18 octobre 1875.
7. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 13 mai 1876.
- (♂ jeune de l'année, le Crotoy, 20 août 1876.
8. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 13 septembre 1876.
- (♀ jeune de l'année, le Crotoy, 19 septembre 1876.
- [♀ ad. (hiver), le Crotoy, 19 septembre 1876.]
9. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 9 septembre 1877.
10. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 1^{er} août 1878.
- (♂ jeune de l'année, le Crotoy, 25 août 1878.)
11. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 1^{er} août 1878.
12. ♂ ad. (hiver)? le Crotoy, 31 août 1878.
13. ♀ jeune de l'année, la Bernerie, 13 septembre 1882.
14. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 19 mai 1883.
15. ♂ jeune de l'année, Beauvoir-sur-Mer (Vendée), 24 sept. 1884.
16. ♀ jeune de l'année, Beauvoir-sur-Mer (Vendée), 24 sept. 1884.

276. — *Tringa alpina* L., 1758

Meyer et Wolf, Temminck, Olphe-G. : *T. variabilis*; Leach, Roux : *T. cinclus*;
 Naumann, Jaubert et Lap., Reichenow : *T. schinzi*; Degland : *T. torquata*;
 Doderlein : *Pelidna torq.*; Sharpe (Cat. et H. list) : *Pelidna alpina*.

Mus. P. : *TRINGA CINCLUS* L.

Bécasseau cincle; B. variable; B. à collier; Petite alouette de mer.

Cat. Marm. : *PELIDNA CINCLUS* L.

Bécasseau cincle, B. variable.

[♂ ad. (transition), le Crotoy, 2 septembre 1869.]

1. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 12 septembre 1869.]

[♀ ad. (transition), le Crotoy, 12 septembre 1869.

2. ♀ jeune (transition), le Crotoy, 14 septembre 1869.

3. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 30 septembre 1869.

4. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 23 décembre 1873.

5. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 2 septembre 1877

6. ♂ ad., le Crotoy, 31 mars 1878.

7. ♀ ad., le Crotoy, 31 mars 1878.

8. ♀ ad., le Crotoy, 31 mars 1878.

(♂ ad., Arcachon, 19 mars 1874.)

9. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 1883.

10. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 12 novembre 1883.

277. — *Tringa alpina schinzi* Brehm.

Brehm, Naumann, Fallon, Jaubert et Lap. : *Tr. schinzi*; Degland et Gerbe :
Pelidna cinclus var. *P. torquata*; Olphe-G. : *Pelidna pygmaea* (Cuv.) ; Sharpe
 (Cat.) : *Pelidna alpina*, petite forme *P. schinzi*; Sharpe (H. list) : *P. alpina* (L.) ;
 Reichenow, Hennicke : *Tr. alp. sch.*

Mus. P. : *TRINGA SCHINZI* Brehm.

Cat. Marm. : *PELIDNA TORQUATA* Briss.

Bécasseau brunette.

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 1^{er} mai 1865.]

1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 21 avril 1870.

[♂ ad. (hiver), le Crotoy, 4 octobre 1872.

2. ♂ ad. (noce), Arcachon, 11 mai 1873.

[♀ ad. (noce), Arcachon, 11 mai 1873.]

[♀ ad. (noce), Arcachon, 19 mai 1874.]

3. ♀ ad. (noce) Arcachon, 19 mai 1874.]

[♀ ad. (transition), le Crotoy, 19 août 1877.

4. ♀ ad. (transition), le Crotoy, 30 octobre 1877.

5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 31 mars 1878.
6. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 31 mars 1878.
7. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 31 mars 1878.
8. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 7 septembre 1878.
9. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 24 septembre 1878.
10. ♀ ad. (noce tardive), le Crotoy, 18 août 1879.
11. ♂ ad. (noce), Saint-Gilles (Camargue), 12 avril 1880.
12. ♂ ad. (variété albine), le Crotoy, 23 avril 1886.
13. ♀ jeune de l'année, marais de Bouin (Vendée), 28 avril 1882.
14. ♀ ad., marais de Bouin (Vendée), 28 avril 1882.

278. — *Tringa minuta* Leisl., 1812.

Boie, Brehm : *Pelidna min.*; Kaup, Salvadori, Kœnig, Gray : *Actodromas min.*;
 Sharpe (H. list) : *Limonites min.*

Bécasseau minule; B. échasse.

Cat. Marm. : *PELIDNA MINUTA* Leisl.

Bécasseau échasse, minule.

[ad. (hiver), le Crotoy, septembre 1866.]

[♂ ad. transition), le Crotoy, 19 août 1869.]

1. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 19 août 1869.

[♂ ad. (hiver), le Crotoy, 17 septembre 1869.]

[♂ ad. (hiver), le Crotoy, 17 septembre 1869.]

[♂ ad. (hiver), le Crotoy, 4 octobre 1872.

2. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.

3. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 15 mai 1875.

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 19 septembre 1876.]

4. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 20 septembre 1876.

5. ♀ ad. (hiver), le Crotoy, 18 septembre 1876.

6. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 18 septembre 1876.

7. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 23 mai 1877.

8. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 18 septembre 1877.

[♂ ad. (demi-noce), le Crotoy, 29 avril 1878.

(♀ jeune de l'année, le Crotoy, 12 août 1878.)

9. ♂ ad., le Crotoy, 11 mai 1885.

10. ♂ ad., le Crotoy, 14 septembre 1887.

11. ♀ ad., le Crotoy, 14 septembre 1887.

12. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 30 décembre 1887.

13. ♂ jeune de l'année, 9 septembre 1887.

14. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 9 septembre 1887.

279. — *Tringa temmincki* Leisl., 1812

Brehm : *Pelidna t.*; Bonaparte : *Actodromas t.*; Gilioli, Sharpe (Cat. et H.list):
Limoniotes t.; Gray : *Leimoniles t.*

Pélidna temmenia; Bécasseau de Temminck.

Cat. Marm. : *PELIDNA TEMMINCKII* Leisl.

Bécassine temmia.

[♀ ad. (hiver), le Crotoy, 1^{er} septembre 1869.]

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.]

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.]

[♂ ad. (noce), le Crotoy, 20 mai 1874.]

1. ♂ ad., le Crotoy, 20 août 1876.

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 4 mai 1877.]

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 10 mai 1877.]

[♀ jeune de l'année, le Crotoy, 1^{er} septembre 1878.

[♂ ad. (noce), le Crotoy, 13 mai 1881.]

[♀ ad. (noce), le Crotoy, 13 mai 1881.]

[♂ ad. (noce), le Crotoy, 11 mai 1881.]

2. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 11 mai 1881.

3. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 11 mai 1884.

4. ♂ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 28 juillet 1886.

[♀ ad., Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 28 juillet 1886.]

280. — *Limicola platyrincha* (Tem.) 1825

Auct. : *Tringa platyrhyncha*; Naumann : *Limicola pygmaea*; Gray, Salvadori,
 Gilioli, Sharpe (Cat.), Reichenow : *Limicola platyrhyncha*.

Mus. P. : *TRINGA PLATYRHYNCHA* Tem.

Bécasseau platyrhinque; Tringa éloriode.

Cat. Marm. : *PELIDNA PLATYRHYNCHA* Tem.

Bécasseau platyrhinque.

(♂ jeune, le Crotoy, 17 août 1877.)

2. ♂ ad., le Crotoy, 22 mai 1885.

3. ♀ ad., le Crotoy, 22 mai 1885.

4. ○ jeune de l'année, la Dobrudscha, 12 août 1882 (Alleon).

5. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 6 mai 1886.

6. ♀ ad., le Crotoy, 17 mai 1887.

281. — *Totanus pugnax* (L.) 1758

Linné, Vieillot, Temminck, Roux : *Tringa p.*; Leach, Sharpe (Cat. et H. list) : *Pavoncella p.*; Cuvier, Naumann, Crespon : *Machetes p.*; Gray, Madarasz : *Philomachus p.*

Chevalier combattant; Comb. variable; Bécasseau comb.

Mus. P. et Cat. Marm. : MACHETES PUGNAX L.

Combattant.

- [♂ ad. (noce), le Crotoy, mai.]
1. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 10 mai 1868.
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 17 janvier 1869.]
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 27 avril 1869.]
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 27 avril 1869.]
 2. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 30 avril 1869.
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 30 avril 1869.]
 3. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 18 avril 1872.
 4. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 5 mai 1872.
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 13 avril 1873.]
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 23 avril 1873.]
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 27 avril 1873.]
 5. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 6 mars 1875.
 6. ♀ ad. (noce), le Crotoy, 25 avril 1875.
 7. ♂ ad. (noce), Cayeux-sur-Mer, 28 mai 1875.
[♀ ad., le Crotoy, 13 mai 1875.]
 8. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 5 août 1875.
(♂ ad., le Crotoy, 7 mai 1876.)
 9. ♂ ad. (noce), Cayeux, 24 mai 1876.
 10. ♂ ad. (noce), Cayeux, 24 mai 1876.
 11. ♂ ad. (noce), Cayeux, 24 mai 1876.
 12. ♂ ad. (noce), Hollande, 11 mai 1876.
 13. ♂ ad. (noce), Hollande, 11 mai 1876.
[♂ ad. (noce), Hollande, 11 mai 1876.]
 14. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 3 août 1876.
 15. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 16 septembre 1876.
 16. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 17 septembre 1876.
 17. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 18 septembre 1876.
 18. ♂ jeune de l'année, le Crotoy, 24 juillet 1877.
 19. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 2 septembre 1877.
 20. ♂ ad. (hiver), le Crotoy, 15 janvier 1878.
 21. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 7 avril 1878.

22. ♂ ad. (transition), le Crotoy, 7 avril 1878.
23. ♂ ad. (demi-noce), le Crotoy, 29 avril 1879.
24. ♂ ad. (hiver), Camargue, 20 février 1880.
[♂ ad. (hiver), Camargue, 20 février 1880.]
[♂ ad. (noce), le Crotoy, 13 mai 1880.]
25. ♂ ad. (noce), Cayeux-sur-Mer, 1^{er} juillet 1880.
26. ♂ ad. (noce), Saint-Gilles (Camargue), 15 avril 1882.
27. ♂ ad. (noce), l'Albaron (Camargue), 27 avril 1882.
28. ♂ ad. (noce), Amsterdam, 5 mai 1882
29. ♂ jeune de l'année, Rang-du-Fliers, 5 septembre 1882.
30. ♂ ad. (noce), Hollande, 11 mai 1883.
31. ♂ ad. (noce), Rotterdam, 8 mai 1883.
32. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers, 20 avril 1886.
33. ♂ ad. (noce), le Crotoy, 7 mai 1886.
34. ♀ ad. (vieille ♀), Rang-du-Fliers, 30 juillet 1886.
35. ♂ ad. (noce), Hollande, 30 avril 1887.
36. ♂ ad. (noce) Hollande, 30 avril 1887.
37. ♂ ad. (noce), Hollande, 30 avril 1887.
38. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 6 avril 1887.
39. ♂ ad. (noce), Rang-du-Fliers (Pas-de-Calais), 11 avril 1887.

283. — *Totanus littoreus* (L.) 1858

Linné : *Tringa litt.*; Bechstein, Temminck, Oustalet, Naumann : *Tot. Glottis* (Latt.) Finsche et Harland, Anderson. Matschic : *Tot. canescens* (Gm.); *Glottis can.*; Baid. Gilioli : *Tot. nebularius* (Gm); Brehm. : *Tot. littoreus*; Bechstein, Degland et G. : *Tot. griseus*; Sharpe (Cat. et H. list) : *Glottis nebularius*; Gray : *Glottis glottis*.

Mus. P. : *TOTANUS GLOTTIS* L.

Chevalier aboyeur; ch. barge: ch. à pieds verts; la barge aboyeuse (Buffon); ch. gris.

Cat. Marm. : *TOTTANUS GRISEUS*. Bechst.

Chevalier aboyeur.

1. ♀ ad., le Crotoy, 5 mai 1874.
2. ♀ ad., le Crotoy, 5 mai 1874.
3. ♂ ad., le Crotoy, 5 mai 1874.
4. ♀ ad., le Crotoy, 28 avril 1877.
5. ♀ jeune de l'année, le Crotoy, 20 août 1878.

(A suivre.)

LE PROBLÈME DE CAUCHY

POUR LES SURFACES APPLICABLES SUR LE PARABOLOÏDE DE RÉVOLUTION

Par E. SERVANT.

Les surfaces S , applicables sur le parabolôïde de révolution sont connues depuis longtemps (Weingarten, Ossian Bonnet). M. Darboux a donné les équations de la surface S sous une forme élégante et en a donné la construction géométrique à l'aide de courbes à torsion constante. Plusieurs problèmes restent néanmoins à résoudre : nous étudierons ici le *problème de Cauchy*. Il s'agit de déterminer une surface S passant par un contour donné et admettant le long de ce contour des plans tangents donnés. Ce problème semble ne jamais avoir été étudié. Il est vrai que M. Calo (*R. de Math.*) a donné la solution du problème de Cauchy pour les surfaces de Weingarten dont S est la développée; mais les deux problèmes sont très différents : tandis que le problème de M. Calo se résout par quadrature, le problème analogue relatif à la surface S dépend d'une équation différentielle du 3^e ordre qu'il paraît impossible d'intégrer dans le cas général. On peut la mettre sous la forme :

$$(1) \quad U'' + \frac{\delta'}{\delta} U' + \left(KU^{-1-\frac{1}{3}} + \frac{1}{\delta^4} \right) U + K_1 \frac{\delta'}{\delta} U^{-\frac{1}{4}} = 0$$

S est une fonction de la variable, S , K et K_1 , des constantes. Ce type d'équation fut étudié d'une façon complète par M. Painlevé; mais dans le cas présent cette étude ne semble pas devoir présenter beaucoup d'intérêt.

Après avoir étudié directement le problème, nous montrons qu'il peut se décomposer en deux problèmes distincts :

1^o Trouver sur le parabolôïde une courbe G dont la courbure géodésique est une fonction donnée de l'arc;

2^o Déformer le parabolôïde, de telle sorte que G' vienne coïncider avec une courbe Γ .

Ceci résulte immédiatement d'une remarque de M. Darboux (*Th. des Surf.*, t. III).

Le premier problème dépend de l'équation différentielle du

3^e ordre et le second n'exige que des quadratures. On peut intégrer complètement dans le cas où Γ est une géodosique de la surface ou un cercle géodésique; malheureusement les formules sont encore compliquées et ne permettent pas d'applications simples.

Nous étudions ensuite les surfaces S inscrites dans une surface donnée et coupant une surface donnée sous un angle constant; ces problèmes se ramènent au problème de Cauchy; on peut en déduire en particulier des surfaces S ayant pour ligne de courbure une courbe plane.

Le cas où l'on donne une asymptotique de S se traite sans aucune difficulté; la courbe doit satisfaire à une condition que l'on peut exprimer sous forme géométrique d'une façon assez simple.

Nous montrons enfin comment on peut passer du problème de Cauchy au problème traité par M. Calo; il faut pour cela intégrer l'équation du 3^e ordre.

Proposons-nous de déterminer une surface applicable sur un parabolôïde de révolution passant par une courbe donnée C (xyz) et admettant le long de cette courbe des plans tangents donnés (XYZ).

Prenons pour définir la surface (S) les formules de M. Darboux (Th. des surfaces, t. III), on devra avoir, le long de la courbe C ,

$$(1) \quad \begin{cases} dx = (\varphi + \varphi_1) (d\psi_1 + d\psi) - (\varphi + \varphi_1) (d\varphi_1 - d\varphi) \\ dy = (\psi + \psi_1) (df_1 - df) - (f + f_1) (d\psi_1 + d\psi) \\ dz = (f + f_1) (d\varphi_1 - d\varphi) - (\varphi + \varphi_1) (df_1 - df) \end{cases}$$

les formules sont, il est vrai, relatives à une surface applicable sur un parabolôïde imaginaire; mais comme le raisonnement n'est aucunement modifié par cette circonstance et que l'on passe aisément au cas du parabolôïde réel, nous conserverons ces formules, qui sont un peu plus simples.

Nous savons que l'on doit avoir :

$$(2) \quad Sf^2 = Sf_1^2 = 1,$$

et il vient, en écrivant que la normale à la surface le long de C est XYZ ,

$$(3) \quad \frac{f + f_1}{X} = \frac{\varphi + \varphi_1}{Y} = \frac{\psi + \psi_1}{Z}.$$

Considérons le trièdre formé par la tangente à la courbe C , la nor-

male (XYZ) et la droite perpendiculaire aux deux précédentes, soit (abc) ses cosinus directeurs ; on satisfait évidemment aux équations (2) et (3) en posant :

$$(4) \quad \begin{cases} f = pX + qa + r \frac{dx}{ds} \\ \varphi = pY + qb + r \frac{dy}{ds} \\ \psi = pZ + qc + r \frac{dz}{ds} \\ f_1 = pX - qa - r \frac{dx}{ds} \\ \varphi_1 = pY - qb - r \frac{dy}{ds} \\ \psi_1 = pZ - qc - r \frac{dz}{ds} \end{cases}$$

avec la condition :

$$(5) \quad p^2 + q^2 + r^2 = 1$$

Si l'on prend pour variable indépendante l'arc S de la courbe C et si l'on remplace dans les équations (4) $f, \varphi, \psi, f_1, \dots$, par leurs valeurs tirées de (4), il vient par un travail facile

$$(6) \quad \begin{cases} \frac{dr}{ds} + q\Delta = 0 \\ \frac{dq}{ds} + \frac{1}{kp} = r\Delta \\ q = kp^2 \frac{dp}{ds} \end{cases}$$

ou l'on a posé :

$$\Delta = S \frac{da}{ds} \frac{dx}{ds} = \left\| \frac{dx}{ds} \times \frac{d^2x}{ds^2} \right\|.$$

Il est facile de voir que le système d'équation (6) admet la relation (5) comme intégrale première. Toute la difficulté du problème sera ramenée à l'intégration du système (6) ; en effet, si l'on connaît p, q, r , on aura les valeurs de f, φ, ψ sur la courbe C et les fonctions :

$$\begin{matrix} f(S_1) & \varphi(S_1) & \psi(S_1) \\ f_1(S_2) & \varphi_1(S_2) & \psi_1(S_2) \end{matrix}$$

fourniront évidemment la solution.

On peut écrire les équations du problème sous des formes diverses; en voici une qui est moins simple mais plus symétrique :

Posons :

$$f_1 - f = \alpha \quad \varphi_1 - \varphi = \beta \quad \psi_1 - \psi = \gamma$$

il vient de suite :

$$\frac{f + f_1}{X} = \frac{\varphi + \varphi_1}{Y} = \frac{\psi + \psi_1}{Z} = \sqrt{4 - S\alpha^2}$$

$$SX\alpha = 0,$$

en tenant compte des équations (2) et (3). Si l'on remplace alors f_1, φ_1, ψ_1 par leurs valeurs tirées des équations précédentes dans (1), il vient :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{\sqrt{4 - S\alpha^2}} = Yd\gamma - Zd\beta \\ \frac{dy}{\sqrt{4 - S\alpha^2}} = Zd\alpha - Xd\gamma \\ \frac{dz}{\sqrt{4 - S\alpha^2}} = Xd\beta - Yd\alpha \end{array} \right.$$

$$SX\alpha = 0$$

et le problème est alors ramené à l'intégration du système précédent; on peut du reste le réduire au système (6), il suffirait de poser :

$$\alpha = 2qa + 2r \frac{dx}{ds}.$$

On peut encore former un système d'équations différentielles qui donne $f\varphi\psi$, il vient par un raisonnement analogue :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{df}{ds} = \left(B - \frac{1}{\omega^2} \frac{dy}{ds} \right) \psi - \left(C - \frac{1}{\omega^2} \frac{dz}{ds} \right) \varphi \\ \frac{d\varphi}{ds} = \left(C - \frac{1}{\omega^2} \frac{dz}{ds} \right) f - \left(A - \frac{1}{\omega^2} \frac{dx}{ds} \right) \psi \\ \frac{d\psi}{ds} = \left(A - \frac{1}{\omega^2} \frac{dx}{ds} \right) \varphi - \left(B - \frac{1}{\omega^2} \frac{dy}{ds} \right) f \end{array} \right.$$

$$A = \frac{YdZ}{ds} - \frac{ZdY}{ds} \quad \omega^2 = 2SXf$$

$$B = \dots$$

$f_1\varphi_1\psi_1$ seraient donnés par un système analogue.

Considérons maintenant le système (6), qui paraît le plus simple,

et voyons dans quel cas on peut l'intégrer. Deux cas se présentent immédiatement, c'est lorsque l'on a $\Delta = 0$ ou $\Lambda = C^{te}$.

1° $\Delta = 0$.

Il vient de suite :

$$\left(4p^2 \frac{dp}{ds}\right)^2 + p^2 = 1 - r_0^2$$

d'où :

$$ds = \frac{4p^2 dp}{\sqrt{1 - r_0^2 - p^2}}$$

d'où, en posant :

$$1 - r_0^2 = K^2 \quad \text{et} \quad \frac{p}{K} = \sin \varphi$$

$$\frac{ds}{4K} = \sin^2 \varphi d\varphi$$

et enfin :

$$S - S_0 = 2K\varphi - K \sin 2\varphi$$

si

$$r_0^2 = 1,$$

il viendra simplement :

$$i(S - S_0) = 2p^2.$$

2° $\Delta = \Delta_0$.

On a de suite :

$$q = -\frac{1}{\Delta_0} \frac{dr}{ds},$$

et en portant cette valeur de q dans la troisième des équations (6)

$$\frac{1}{\Delta_0} \frac{dr}{ds} + 4p^2 \frac{dp}{ds} = 0,$$

en intégrant :

$$r + \frac{4\Delta_0 p^3}{3} + m = 0.$$

Si nous tirons la valeur de r de cette équation, il viendra :

$$p^2 + (4p^2p')^2 + \left(m + \frac{4\Delta p^3}{3}\right)^2 = 1$$

d'où :

$$ds = \frac{4p^2 dp}{\sqrt{1 - p^2 - \left(m + \frac{4\Delta p^3}{3}\right)^2}}$$

intégrale hyperelliptique.

Dans le cas où $\Delta(S)$ est une fonction quelconque de l'arc, on n'aperçoit pas facilement de moyen d'intégrer le système⁽¹⁾, mais on peut néanmoins en tirer des conséquences intéressantes.

Remarquons d'abord que le système (6) ne dépend que de la fonction $\Delta(S)$; on en conclut de suite que si l'on peut résoudre le problème de Cauchy pour un certain système (xyz, XYZ) on pourra également le résoudre pour tous les systèmes $(x_1y_1z_1, X_1Y_1Z_1)$ pour lesquels la quantité Δ sera la même fonction de S . (Δ a une expression géométrique simple, c'est :

$$\Delta = \frac{\sin \omega}{\rho}$$

où ρ est le rayon de courbure de la courbe C et ω l'angle de la normale XYZ avec le plan osculateur.)

Voici la raison de ce fait : on voit facilement que le problème de Cauchy peut se ramener à la résolution successive des deux problèmes suivants :

1° PROBLÈME. — Déterminer sur le parabolôïde une courbe r dont la courbure géodésique exprimée en fonction de l'arc soit égale à $\Delta(S)$;

2° Déformer le parabolôïde de telle sorte que la courbe r vienne coïncider avec la courbe C .

Nous allons montrer que le premier problème revient à l'intégration du système (6)

Soit :

$$ds^2 = du^2 + C^2 dv^2$$

(1) Voir Darboux, Th. des surf., III.

l'élément linéaire du parabolôïde, on aura :

$$- du = 4\sqrt{1 - c^2} dC'$$

et l'équation du problème sera :

$$\Delta(S) = \frac{d\omega'}{ds} + r \frac{du'}{ds} + r_1 \frac{dv}{ds}$$

(Toutes les notations sont celles de M. Darboux.)

On aura dans le cas du parabolôïde :

$$\cos \omega = \frac{du}{ds} \quad v = 0 \quad v_1 = \frac{dC}{du}$$

si l'on pose :

$$p^2 = 1 - C^2$$

et que l'on prenne p pour fonction inconnue, l'équation du problème devient :

$$\frac{d}{ds} \left(4p^2 \frac{dp}{ds} \right) + \frac{1}{4p} = \Delta \sqrt{1 - p^2 - \left(4p^2 \frac{dp}{ds} \right)^2}$$

c'est précisément l'équation que l'on obtient en éliminant r et q entre les équations (6). Or il est bien évident que le problème (1) ne dépend que de $\Delta(S)$.

Examinons maintenant le problème II, nous connaissons la courbe Γ tracée sur le parabolôïde ; on a alors uvC et Δ en fonction de S . On calcule facilement les quantités pqr ; il vient :

$$p = \sqrt{1 - c^2} \quad q = C' \frac{du'}{ds} \quad r = C^2 \frac{du'}{ds},$$

il suffit donc pour achever le problème de calculer les cosinus directeurs XYZ ; or on a, si (xyz) sont les coordonnées de C :

$$\begin{cases} SX \frac{du}{ds} = 0 & SX^2 = 1 \\ A(S) = - \left\| X \frac{du}{ds} \frac{du}{ds^2} \right\| \end{cases}$$

qui donnent XYZ; la surface cherchée est alors donnée par les formules (4). Elles s'écrivent en remplaçant XYZ par leurs valeurs tirées des équations précédentes :

$$\begin{aligned} f &= p(\alpha' \cos \varpi + \alpha'' \sin \varpi) + q(\alpha'' \cos \varpi + \alpha' \sin \varpi) + r\alpha \\ f_1 &= p(\alpha' \cos \varpi + \alpha'' \sin \varpi) - q(\alpha'' \cos \varpi + \alpha' \sin \varpi) - r\alpha \end{aligned}$$

ou $\alpha \beta \gamma \alpha' - \alpha''$ sont les cosinus directeurs de la tangente, de la normale principale et de la binormale à la courbe C'.

Nous allons donner quelques exemples simples de surfaces déterminées par le problème de Cauchy. Examinons d'abord le cas où la courbe donnée doit être un cercle géodésique correspondant à un parallèle du paraboloïde; on a dans ce cas, si l'élément linéaire est :

$$ds^2 = du^2 + C^2 dv^2$$

$$u = c^2$$

ou

$$C' = c^2$$

et enfin :

$$p = c^2$$

on en tire de suite $q = 0$ et $r = C^4$; on peut poser :

$$p = \cos \varphi \quad r = \sin \varphi$$

d'où à l'aide des formules (6);

$$(1) \quad \Delta = \frac{1}{4 \sin \varphi \cos \varphi} = \frac{\sin \varpi}{\rho}$$

d'où de suite les cosinus directeurs par les formules :

$$\begin{aligned} X &= \alpha' \cos \varpi + \alpha'' \sin \varpi \\ Y &= \beta' \cos \varpi + \beta'' \sin \varpi \end{aligned}$$

et enfin on a pour :

$$(2) \quad f = \cos \varphi (\alpha' \cos \varpi + \alpha'' \sin \varpi) + \sin \varphi \frac{dx}{ds}$$

si la courbe est un cercle qui sera nécessairement une ligne de courbure de la surface; on voit de suite que l'on a :

$$\varphi = \varphi_0 = C$$

par conséquent les courbes à torsion constante sont des hélices circulaires.

Si la courbe est plane et que l'on connaisse p en fonction de l'arc on peut achever sans difficulté; le problème l'équation (1) donne ϖ et il suffit d'appliquer les formules (2).

Supposons que l'on ait $\rho = ms$, il viendra :

$$\sin \varpi = Ks$$

et l'on obtiendra une surface ayant pour cercle géodésique une spirale logarithmique.

Si la courbe donnée doit être une géodésique de la surface, on doit avoir :

$$\sin \omega = 0$$

et les formules deviennent :

$$f = p\alpha' + q\alpha'' + r\alpha$$

avec les conditions :

$$q = 4p^2 \frac{dp}{ds}$$

$$r = r^2$$

d'où :

$$ds = \frac{4p^2 ap}{\sqrt{1 - r_0^2 - p^2}} = 4K^2 \sin \varphi d\varphi$$

ou l'on a posé :

$$1 - r_0^2 = K^2 \frac{p}{K} = \sin \varphi.$$

Si l'on définit alors la courbe C par les formules :

$$\begin{aligned} x &= K \int 4\alpha(\varphi) \sin^2 \varphi d\varphi \\ y &= K \int 4\beta(\varphi) \sin^2 \varphi d\varphi \\ z &= K \int 4\gamma(\varphi) \sin^2 \varphi d\varphi \end{aligned} \quad S\alpha^2 = 1$$

il vient :

$$\begin{aligned} f &= K \sin \varphi \alpha' + K^2 \cos \varphi \alpha'' + r_0 \alpha \\ f_1 &= K \sin \alpha' - K^2 \cos \varphi \alpha'' - r_0 \alpha \end{aligned}$$

en particulier si la courbe est plane, on a simplement :

$$\begin{cases} f = K \sin \varphi \beta + r_0 \alpha \\ \varphi = K \sin \varphi \alpha + r_0 \beta \\ \psi = K^2 \cos \varphi \end{cases}$$

la courbe étant définie par les équations :

$$\begin{aligned} x &= 4K \int \alpha(\varphi) \sin^2 \varphi d\varphi \\ y &= 4K \int \beta(\varphi) \sin^2 \varphi d\varphi \end{aligned} \quad \alpha^2 + \beta^2 = 1$$

Si la courbe est une géodésique transformée d'un méridien, on a $r_0 = 0$, d'où $K = 1$ et :

$$\begin{aligned} f &= \sin \varphi \beta = \sin \varphi \sin \psi \\ \varphi &= -\sin \varphi \alpha = -\sin \varphi \cos \psi \\ \psi &= \cos \varphi = \cos \varphi \end{aligned}$$

Exemple : si l'on prend

$$\alpha = \cos \varphi \quad \beta = \sin \varphi,$$

la courbe est de la forme :

$$mx = \sin^3 \varphi + c \quad xy = 3 \cos^3 \varphi - \cos \varphi;$$

c'est une courbe algébrique.

SURFACES INSCRITES DANS UNE SURFACE DONNÉE

Soit (Σ)

$$F(xyz) = 0$$

la surface donnée; pour pouvoir mettre en équation le problème, il suffira de se donner arbitrairement la courbe de contact :

Soit C' cette courbe et S la surface applicable sur le paraboloïde inscrit. Il est bien évident que le long de la courbe C Σ et S auront même courbure géodésique; nous connaissons donc $\Delta(S)$ et le problème se poursuivra comme précédemment.

Inversement considérons les équations (6) :

$$\frac{dr}{ds} + q\Delta = 0$$

$$\frac{dq}{ds} + \frac{1}{4p} = r\Delta$$

$$q = 4p^2 \frac{dp}{ds}$$

donnons-nous arbitrairement une des quantités psv ou, ce qui revient au même, une courbe Γ tracée sur le parabolôide; on peut déformer le parabolôide de telle sorte que Γ se transforme en une courbe quelconque; en particulier on peut déformer le parabolôide de telle sorte que Γ vienne coïncider avec C' et pour que les plans tangents le long de C' soient précisément les plans tangents de Σ , il faut C' et il suffit que C' ait même courbure géodésique sur Σ que Γ sur le parabolôide.

Le problème revient donc à celui-ci : trouver sur Σ une courbe C' ayant une courbure géodésique donnée $\Delta(S)$.

On voit donc de suite que l'on peut toujours résoudre le problème quand Σ est une développable; le problème revient alors à trouver une courbe plane dont le rayon de courbure est une fonction donnée de l'arc.

Etudions d'une façon générale le problème suivant : déterminer sur une surface (S) une courbe de courbure géodésique donnée $\Delta(S)$. On a en général à intégrer l'équation :

$$\Delta(S) \frac{d\omega}{ds} + r \frac{du}{ds} + r_1 \frac{dv}{ds}.$$

Supposons que nous ayons mis l'élément linéaire de la surface sous la forme :

$$ds^2 = du^2 + C^2 dv^2,$$

il vient de suite :

$$r = 0$$

$$r_1 = \frac{dc}{du}$$

$$\cos \omega = \frac{du}{ds}$$

$$\sin \omega = C \frac{dv}{ds},$$

et l'équation s'écrit :

$$\Delta(S) = \frac{d\omega}{ds} + \frac{1}{c} \frac{dc}{du} \sin \omega,$$

il est bien évident que si on parvient à déterminer ω , le problème est résolu; deux cas intéressants se présentent donc immédiatement. Si C est fonction de v seulement, ω se détermine par quadratures; c'est le cas où S est développable; si l'on a :

$$ds^2 = du^2 + C^2 dv^2,$$

on aura à intégrer l'équation de Riccati :

$$\Delta(S) = \frac{d\omega}{ds} + \sin \omega$$

la surface est alors à courbure constante.

Dans le cas général, on a à intégrer le système des trois équations :

$$\begin{cases} \frac{du}{ds} = \cos \omega & C \frac{dv}{ds} = \sin \omega \\ \frac{d\omega}{ds} + \frac{1}{C} \frac{dC}{du} \sin \omega = \Delta(S) \end{cases}$$

Si l'on prenait des coordonnées rectangulaires quelconques sur la surface, ce système prendrait la forme :

$$\begin{aligned} \cos \omega &= \Delta \frac{du}{ds} & \sin \omega &= C \frac{du}{ds} \\ \Delta(S) &= \frac{d\omega}{ds} + \frac{1}{\rho_1} \cos \omega + \frac{1}{\rho_2} \sin \omega \end{aligned}$$

ρ_2 et ρ_1 étant les courbures géodésiques des courbes coordonnées; ce système n'est pas en général intégrable.

Examinons en particulier le cas où la surface S doit être inscrite dans une sphère : sa courbure étant constante le problème dépend d'une équation de Riccati. Donnons-nous arbitrairement la fonction p , nous en déduirons $\Delta(S)$ et les formules de Codazzi donnent de suite :

$$\begin{aligned} ds^2 &= du^2 + C^2 dv^2 \\ \frac{\sin \varpi}{p} &= \frac{d\omega}{ds} + \frac{1}{C} \frac{dC}{du} \sin \varpi = \Delta(S) \\ \frac{\cos \varpi}{p} &= 1 & \frac{1}{T} &= \frac{d\varpi}{ds} \end{aligned}$$

on en tire de suite :

$$\operatorname{tg} \varpi = \Delta(S) \quad \frac{1}{\rho^2} = 1 + \Delta^2(S) = \frac{i}{\rho} = \cos \varpi$$

la courbe de contact C' est alors déterminée par sa courbure et sa torsion, et l'équation de Riccati qui détermine la courbe est alors :

$$\frac{d\sigma}{ds} + \frac{i\sigma^2}{2} \frac{d\varpi}{ds} + \frac{i\sigma}{\cos \varpi} - \frac{i}{2} \frac{d\varpi}{ds} = 0.$$

On peut encore procéder de la façon suivante : prenons l'élément linéaire de la sphère sous la forme :

$$ds^2 = 4 \frac{d\alpha d\beta}{(\alpha - \beta)^2}$$

il vient de suite :

$$\begin{aligned} \Delta(S) &= \frac{d\omega}{ds} + \frac{i}{2} (e^{i\omega} - e^{-i\omega}) \\ e^{i\omega} &= \frac{2}{\alpha - \beta} \frac{du}{ds} \quad e^{-i\omega} = \frac{2}{\alpha - \beta} \frac{dv}{ds} \end{aligned} \quad (4)$$

on aura donc à intégrer l'équation de Riccati (4). Il est malheureusement presque impossible d'en tirer des applications, car si l'on prend pour $\Delta(S)$ des fonctions qui rendent l'équation (4) immédiatement intégrable, on aura à intégrer le système (6).

La courbe de contact C' est une ligne de courbure de la surface.

Proposons-nous plus généralement de déterminer toutes les surfaces S qui coupent une surface donnée Σ sous un angle constant α . Si l'on se donne la courbe C' tracée sur L , on aura immédiatement la courbure gédésique de C' par rapport à S ; d'où $\Delta(S)$ par la formule :

$$\Delta(S) = \frac{\sin(\varpi - \alpha)}{\rho}$$

et l'on aura à intégrer le système (6). Inversement, si l'on se donne arbitrairement une des quantités pqr , il faudra déterminer sur L des courbes telles que :

$$\Delta(S) = \frac{\sin(\varpi - \alpha)}{\rho}$$

$\Delta(S)$ étant une quantité donnée. Supposons la surface L rapportée à un système orthogonal quelconque, on aura :

$$\begin{aligned} ds^2 &= \Delta du^2 + Cdv^2 \\ \cos \omega &= \Delta \frac{du}{ds} \quad \sin \omega = c \frac{dv}{ds} \\ \frac{1}{\rho s} &= \frac{\sin \varpi}{\rho} = \frac{d\omega}{ds} + \frac{1}{\rho_v} \cos \omega + \frac{1}{\rho_u} \sin \omega \\ \frac{\rho}{\rho_v} &= \frac{\cos \varpi}{\rho} = \sin \omega \left(p \frac{du}{ds} + p_1 \frac{dv}{ds} \right) + \cos \omega \left(q \frac{du}{ds} + q_1 \frac{dv}{ds} \right) \end{aligned}$$

et l'équation du problème s'écrit :

$$\frac{1}{\rho_g} \cos \alpha + \frac{1}{\rho_u} \sin \alpha = \Delta(S).$$

Supposons que L soit une sphère de rayon 1, il vient de suite :

$$\frac{1}{\rho_u} = 1$$

d'où :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varpi &= \frac{\Delta(S) - \sin \alpha}{\cos \alpha} \\ \rho &= \cos \varpi \\ \frac{1}{T} &= \frac{d\varpi}{ds} \end{aligned}$$

la courbe C' est alors déterminée intrinsèquement, et l'on est ramené à l'intégration d'une équation de Riccati.

Si la surface Σ est un plan, on a alors :

$$\varpi = \frac{\pi}{2}$$

d'où :

$$\frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}{\rho} = \Delta(S) = \frac{\cos \alpha}{\rho}$$

Le problème revient à déterminer une courbe dont le rayon de courbure est donné en fonction de l'arc. On voit donc que l'on peut par ce procédé déterminer une infinité de surface S ayant pour ligne de courbure une courbe plane.

A cause de la nature des équations (6), il est difficile de donner

des exemples simples, car $\Delta(S)$ est d'une forme très compliquée. Posons par exemple :

$$p = S^m$$

il vient :

$$q = 4mS^{3m-4} \quad r = \sqrt{1 - S^{2m} - 16mS^{2(3m-4)}} \\ \Delta(S) = \frac{4m(3m-1)S^{3m-2} + \frac{S^{-m}}{4}}{\sqrt{1 - S^{2m} - 16mS^{2(3m-4)}}} = \frac{\cos \alpha}{\rho}$$

si $m = \frac{1}{3}$, il vient simplement :

$$q = \frac{p}{3} \quad p = \left(\frac{3}{4}s + a\right)^{\frac{1}{3}} \quad r = ip$$

d'où

$$\Delta(S) = \frac{1}{4pr} = \left(\frac{3s+a}{4} \frac{4i}{4i}\right)^{-\frac{2}{3}}$$

donc ρ est de la forme :

$$\rho = (\alpha S + a)^{\frac{2}{3}}$$

ou

$$\rho^3 = \alpha_1 S^2.$$

Si $m = \frac{1}{2}$, il vient :

$$p = S^{\frac{1}{2}} \quad q = 2S^{\frac{1}{2}} \quad r = \sqrt{1 - 5S}$$

et

$$\Delta(S) = \frac{S^{-\frac{1}{2}} + \frac{S^{-\frac{1}{2}}}{4}}{\sqrt{1 - 5S}} = \frac{5}{4} \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{1 - 5S}}$$

d'où :

$$\rho = \alpha \sqrt{\frac{1}{S} - 5}$$

Voici encore un artifice de calcul qui permet de former quelques exemples relativement simples de surface ayant une ligne de courbure plane.

Considérons le système (6).

$$\begin{aligned}\frac{dr}{ds} + q\Delta &= 0 \\ \frac{dq}{ds} + \frac{1}{4p} &= r\Delta \\ q &= 4p^2 dp\end{aligned}$$

et posons :

$$\Delta = \frac{dh}{ds}$$

si l'on prend h comme variable, on voit facilement que le système (6) se ramène à l'intégration de l'équation :

$$(r + r'')\sqrt{1 - r^2 - r'^2} = \frac{1}{4\Delta} \quad (1)$$

où les lettres accentuées désignent les dérivées par rapport à h . Si l'on se donne r arbitrairement en fonction de h ; ρ et S seront déterminés par les équations :

$$\begin{aligned}ds &= \frac{dh}{\Delta} \\ \rho &= \frac{\cos \alpha}{\Delta}\end{aligned}$$

où Δ est donné par l'équation (1).

La courbe est alors déterminée de la manière suivante : posons

$$\varphi = -\int \frac{ds}{\rho} = -\int \frac{dh}{\cos \alpha} = -Kh + K_1$$

on aura :

$$\begin{aligned}x &= \int \cos \varphi \, ds = \int \cos (K_1 - Kh) \frac{dh}{\Delta} \\ y &= \int \sin \varphi \, ds = \int \sin (K_1 - Kh) \frac{dh}{\Delta}\end{aligned}$$

Prenons en particulier :

$$r = h^m$$

il vient :

$$\frac{1}{4\Delta} = (h^m + m(m-1)h^{m-2})\sqrt{1 - h^{2m} - (m+1)^2 h^{2(m-1)}}$$

si $m = 1$, il vient simplement :

$$\frac{1}{4\Delta} = ih^2.$$

La courbe est alors définie par les équations

$$\begin{aligned} x &= 4 \int \cos (K_1 - Kh) h^2 dh \\ y &= 4 \int \sin (K_1 - Kh) h^2 dh. \end{aligned}$$

Si $m = 2$, il vient :

$$\frac{1}{4\Delta} = (h^2 + 2) \sqrt{1 - h^4 - 4h^2}$$

et les coordonnées de la courbe prennent de suite une forme compliquée.

Si

$$r = \sin mh$$

il vient :

$$\frac{1}{4\Delta} = (1 - m^2)^{\frac{3}{2}} \sin mh \cos mh$$

d'où :

$$\frac{1}{2\Delta} = (1 - m^2)^{\frac{3}{2}} \sin 2mh$$

et

$$\begin{aligned} x &= pf \cos (K_1 - Kh) \sin 2mhdh \\ y &= pf \sin (K_1 - Kh) \sin 2mhdh \end{aligned}$$

On a d'ailleurs :

$$S = f2ah (1 - m^2)^{\frac{3}{2}} \sin 2mh = \frac{(1 - m^2)^{\frac{3}{2}}}{m} \cos 2mh$$

$$\rho = 2 (1 - m^2)^{\frac{3}{2}} \cos \alpha \sin 2mh$$

d'où la relation :

$$4 \cos^2 \alpha m S^2 + \rho^2 = 4 (1 - m)^3$$

c'est une courbe cycloïdale.

Parmi les problèmes relatifs au problème de Cauchy, nous signalerons encore le suivant :

Déterminer une surface S passant par une courbe C , de telle sorte que la surface complémentaire S_0 passe par une courbe C_0 , les courbes C et C_0 se correspondant.

Les courbes C et C_0 ne peuvent être prises arbitrairement, il y a entre elles une liaison géométrique évidente : supposons que l'on ait établi entre C et C_0 une correspondance par égalité d'arcs, soit M et M_0 les formes correspondantes de C et C_0 , T et T_0 les tangentes correspondantes, il faut que les plans MT_0 et M_0T soient rectangulaires. Supposons cette condition remplie, le problème se traite alors aisément.

Soit $M(xyz)$ et $M_0(x_0y_0z_0)$, les coordonnées des formes correspondantes de C et C_0 on aura :

$$\begin{aligned} x &= \varphi\varphi_1 - \psi\varphi_1 + f\varphi_1 d\psi_1 - \psi_1 d\varphi_1 - f\varphi d\psi - \psi d\varphi \\ x_0 &= -\varphi\psi_1 + \psi\varphi_1 + f\varphi_1 d\psi_1 - \psi_1 d\varphi_1 - f\varphi d\psi - \psi d\varphi \end{aligned}$$

d'où :

$$\begin{aligned} x - x_0 &= 2(\varphi\psi_1 - \dots \psi\varphi_1) \\ y - y_0 &= 2(\psi f) \\ S(x - x_0)^2 &= 4(1 - H^2). \end{aligned}$$

Soit XYZ les cosinus directeurs de S au point M et $X_0Y_0Z_0$ les quantités analogues relatives à M_0 , ces cosinus se calculent de suite par les équations :

$$\begin{aligned} SX dx &= 0 & SX_0 dx_0 \\ SX(x - x_0) &= 0 & SX_0(x - x_0) = 0 \end{aligned}$$

et l'on aura d'autre part :

$$\begin{aligned} \frac{f + f_1}{X} &= \frac{\varphi + \varphi_1}{Y} = \frac{\psi + \psi_1}{Z} = \sqrt{2(1 + H)} \\ \frac{f - f_1}{X_1} &= \frac{\varphi - \varphi_1}{Y_1} = \frac{\psi - \psi_1}{Z_1} = \sqrt{2(1 - H)} \end{aligned}$$

donc on peut calculer $f\varphi\dots f_1\varphi_1\dots$ par des opérations algébriques.

Ce problème est celui résolu par M. Calo sont équivalents ; en effet, si l'on se donne sur la surface W une courbe et les plans tangents le long de cette courbe, on peut immédiatement calculer les rayons de courbures principaux de la surface ce qui donnera les courbes C et C_0 (de Taunemberg, C. R. 1903). Inversement C et C_0 étant connus, on a immédiatement les rayons de courbure de W et par conséquent une courbe de cette surface ; les cosinus directeurs de la normale sont :

$$x - x_0 \quad y - y_0 \quad z - z_0.$$

Pour passer du problème de M. Calo au problème de Cauchy, il faut donc, étant donné la courbe $C (xyz)$ et les cosinus directeurs XYZ , déterminer la courbe correspondante C_0 . Il vient les équations :

$$\begin{aligned} S (x - x_0) X &= 0 \\ SX [(y - y_0) dz_0 - (z - z_0) dy_0] &= 0 \\ Sdx_0^2 &= Sdx^2 \end{aligned}$$

or ce système se ramène facilement au système fondamental (6).

$$\begin{cases} q = 4p^2 dp \\ dq + \frac{1}{4p} = rA \\ dr + \Delta q = 0 \end{cases}$$

Surfaces ayant une asymptotique donnée.

La courbe donnée C' doit alors coïncider avec l'une des courbes coordonnées, on doit donc avoir :

$$(1) \quad \begin{aligned} dx &= (\varphi + \varphi_1) d\psi - (\psi + \psi_1) d\varphi \\ dy &= (\psi + \psi_1) d\varphi - (\varphi + \varphi_1) d\psi \\ dz &= \dots\dots\dots \end{aligned}$$

où les f, ψ, φ sont constants, d'autre part le plan osculateur de C devant être tangent à la surface on aura :

$$(2) \quad f + f_1 = \sqrt{2(1 + H)} \quad \alpha'' = \omega \alpha' \varphi + \varphi_1 = \sqrt{2(1 + H)} \quad B' = \omega B'$$

$\alpha'', \beta'', \gamma''$ étant les cosinus directeurs de la binormale.

Il vient :

$$df = \alpha'' d\omega + \omega d\alpha'' = \alpha'' d\omega + \omega \frac{\alpha'}{T}$$

en portant dans les équations (1), il vient de suite :

$$\frac{dx}{\omega^2} - \frac{1}{T} \alpha \frac{dy}{\omega^2} = \frac{1}{T} \beta$$

d'où

$$\omega^2 = T$$

de la condition :

$$Sf^2 = 1$$

on tire alors :

$$2S\alpha f_1 = \sqrt{T}$$

telle est la condition à laquelle doit satisfaire la courbe C : le cosinus de l'angle de la binormale avec une direction fixe doit être égal à :

$$\frac{\sqrt{T}}{2}.$$

Les formules (2) donnent alors $f\varphi\psi$, et on a une infinité de surfaces S satisfaisantes; il suffit de prendre pour $f_1 \varphi_1 \psi_1$ des fonctions se réduisant pour $\beta = \beta_0$ à des constantes données.

Surfaces ayant une droite pour asymptotique :

Supposons que cette droite soit l'axe des Z, il vient :

$$\begin{aligned} 0 &= (\varphi + \varphi_1) d\varphi - (\psi_1 \psi_1) d\varphi \\ 0 &= (\psi + \psi_1) d\psi - (f + f_1) d\psi \\ \frac{dz}{ds} &= 1 = (f + f_1) d\varphi - (\varphi + \varphi_1) df \\ f + f_1 &= \omega x \quad \varphi + \varphi_1 = \omega y \quad \psi + \psi_1 = 0 \\ df &= \omega dX + X d\omega \end{aligned}$$

d'où :

$$\frac{1}{\omega^2} = X dY - Y dX$$

on peut, sans diminuer la généralité, poser :

$$X = \cos S \quad Y = \sin S \quad \text{d'où } \omega = 1$$

il vient donc finalement :

$$f = \cos S - f_1 \quad \varphi = \sin S - \varphi_1 \quad \psi = -\psi_1.$$

SUR QUELQUES ÉQUATIONS INDÉTERMINÉES

Par M. ANDRÉ GÉRARDIN

Je ne compte pas étudier ici les problèmes classiques, mais seulement certains d'entre eux pour lesquels je suis parvenu à simplifier la solution générale, et que j'ai pu mettre sous la dépendance d'une seule méthode. — Je vais indiquer d'abord une brève bibliographie du sujet, en me bornant à une simple mention, sans renvoi spécial pour chaque problème, car cela me conduirait à un fort volume inédit sur la matière. — Mes citations sont faites au courant de la plume, et je n'ai pas établi de chronologie. — Consulter, en bloc, d'abord les périodiques classiques, *Société Philomatique* (S.P.); *Nouvelles Annales* (N.A.); *Association Française pour l'avancement des Sciences* (A.F.); *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (C.R.); *Intermédiaire des Mathématiciens* (I.M.); *Mathesis* (M.), etc.

Je citerai plus spécialement : I.M., quest. 74, 1894, 26, 167; 418, 1895, 6, 394; 1464, 1900, 412; 1833, 1900, 389; 2120, 1901, 160, 302; 3253, 1911, 201; 3427, 1909, 83; 3662, 1910, 49; 3695, 1910, 102. 214; 3820, 1911, 27; 3825, 1911, 49, 210 ...

M., 1889, 241. — A.F. 1910, 44-55 et beaucoup d'autres intéressants articles.

J'indiquerai de même les travaux d'EULER, dans les *Commentationes Arithmeticae collectae* (C.A.C.), les *Opera Postuma* (O.P.) et les *Fragmenta ex adversariis Mathematicis* (A.M., 3 vol. 1766-1775; 1775-1779; 1779-1783).

Consulter aussi les œuvres de LAGRANGE, LEGENDRE, Ed. LUCAS et tant d'autres géomètres illustres.

Je citerai enfin spécialement quelques articles : LAMÉ, étude sur les binômes cubiques $x^3 \pm y^3$; DESBOVES, sur l'emploi des identités algébriques dans la résolution en nombres entiers des équations d'un degré supérieur au second (C.R. 1878, 159 et 321) et sur la résolution en nombres entiers de l'équation $ax^4 + by^4 = cz^2$ (C.R. 1878, 522, 598) et mémoire sur la résolution en nombres entiers de l'équation $aX^m + bY^n = cZ^n$ (N.A., 1879); Th. PÉPIN, sur quelques équations de la forme $x^2 + cy^2 = z^3$ et nouveaux théorèmes sur l'équation indéterminée $ax^4 + by^4 = z^2$; E. FAUQUEMBERGUE, note sur l'équation indéterminée $U^4 + V^4 = S^4 + W^4$ (M. 1889, 241); pour terminer, dans *Sphinx-OEdipe* (S.OE.), j'indiquerai, 1910, 1; 17; 177-186; 1911, 3-13, et 19-22. — Je reste à la disposition de nos collègues, pour plus amples détails.

CHAPITRE I

Ayant une solution

$$ax^2 + b\alpha\beta + c\beta^2 = h\gamma^2$$

de l'équation

$$aX^2 + bXY + cY^2 = hZ^2$$

on demande une formule générale de résolution du problème.

Je pose simplement

$$a(\alpha + mx)^2 + b(\alpha + mx)(\beta + my) + c(\beta + my)^2 = h\gamma^2$$

et j'en tire, après division par m ,

$$m = -\frac{x(2ax + b\beta) + y(b\alpha + 2c\beta)}{ax^2 + bxy + cy^2};$$

d'où la solution immédiate cherchée

$$\left. \begin{aligned} X &= cxy^2 - 2c\beta xy - x^2(a\alpha + b\beta) \\ Y &= a\beta x^2 - 2a\alpha xy - y^2(b\alpha + c\beta) \\ Z &= a\gamma x^2 + b\gamma xy + c\gamma y^2 \end{aligned} \right\} \quad (A)$$

Il sera facile maintenant de trouver la solution de nombreux problèmes classiques ou nouveaux, où l'on pourra poser $b = 0$ par exemple. Ainsi, supposons

$$a = 1, \quad b = 0, \quad c = 1, \quad h = 2, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 1, \quad \gamma = 1$$

on trouve immédiatement la solution générale :

$$[x^2 + 2xy - y^2]^2 + [y^2 + 2xy - x^2]^2 = 2[x^2 + y^2]^2$$

que tant de géomètres éminents ont déjà mis à l'étude, et pour laquelle ils ont déjà inventé de si nombreuses méthodes de recherches.

En choisissant les valeurs suivantes :

$$a = 1, \quad b = 0, \quad c = 1, \quad h = 1, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 0, \quad \gamma = 1,$$

on retombe sur le cas si connu du triangle rectangle en nombres premiers entre eux

$$[x^2 - y^2]^2 + [2xy]^2 = [x^2 + y^2]^2$$

On peut encore citer, par exemple, le cas où

$$a = 1, \quad b = 1, \quad c = 1, \quad h = 1, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 0, \quad \gamma = 0$$

d'où la solution connue aussi

$$(x^2 - y^2)^2 + (x^2 - y^2)(y^2 + 2xy) + (y^2 + 2xy)^2 = [x^2 + xy + y^2]^2.$$

Mais l'exemple le plus topique nous sera fourni par la décomposition des nombres, sujet étudié avec succès par plusieurs de nos collègues de la S. P. ⁽¹⁾, et par ma méthode particulière de solution à l'aide d'une condition de la forme :

$$Az^2 + Bz + C = Z^2$$

Je ne puis rappeler ici, même brièvement, toutes les recherches classiques ou autres sur ce sujet, et je donnerai seulement un exemple simple, pris au hasard, me réservant de revenir sur ce point spécial de la décomposition des grands nombres.

J'ai choisi

$$2x^2 + 3x + 4 = \gamma^2 \quad (1)$$

dont nous connaissons, à première vue, deux solutions ; la première est $\alpha = 0$ que nous négligeons ; la deuxième est $\alpha = 1$, d'où $\gamma = 3$. Nous devrions avoir, en général, $\beta = 1$, et $Y = \pm 1$, d'où

$$\begin{aligned} Y &= ax^2 - 2a\alpha xy - y^2(b\alpha + c) \\ &= ax^2 - 2a\alpha xy - y^2(\gamma^2 - ax^2) = a(x - \alpha y)^2 - (\gamma y)^2 \end{aligned}$$

que l'on peut écrire

$$(\gamma y)^2 - a(x - \alpha y)^2 = \pm 1.$$

Nous aurons ici

$$(3y)^2 - 2(x - y)^2 = \pm 1 ;$$

mais on sait que $2u^2 - 1$ n'est pas divisible par 3 ; il reste donc

$$(3y)^2 - 2(x - y)^2 = 1$$

équation de PELL-FERMAT dont nous avons toutes les solutions en entiers :

$$\begin{array}{lll} |x - y| = 2, & 70, & 2378, \dots \\ |3y| = 3, & 99, & 3363, \dots \end{array}$$

⁽¹⁾ MM. ERN. LEBON, G. TARRY, J. DESCHAMPS ...

On en tire facilement les valeurs x, y suivantes : 3, 1 ; — 1, 1 ; — 37, 33 ; 103, 33 ; ... ce qui permet de donner en quelques minutes des solutions de (1), souvent fort difficiles et longues à trouver par d'autres méthodes.

$$\begin{array}{rcccccccc} \alpha = & -7279, & -7, & 0, & 1, & 65, & 75\ 881 & \dots \\ \gamma = & 10293, & 9, & 2, & 3, & 93, & 107\ 313 & \dots \end{array}$$

Nous savons, d'autre part, que la plus petite solution de $u^2 - av^2 = \pm 1$ est donnée par LEGENDRE (théorie des nombres, table 10) pour $a < 1.003$, et par CAYLEY (Report on the Pellian equation, 1893) pour $1000 < a < 1500$.

Je n'insisterai pas sur ce point, et noterai simplement que l'étude des *Nombres de Mersenne* ($2^n - 1 = N$, avec n premier inférieur à 257) peut se faire par cette méthode, où a sera un nombre fixe égal à 2, puisque tout nombre N est de la forme $2u^2 - v^2$ ou $m^2 - 2n^2$. Ainsi :

$$2^{2n+1} - 1 = 2(2^n)^2 - 1^2 = (2^{n+1} \pm 1)^2 - 2(2^n \pm 1)^2 = F^2 - 2G^2,$$

D'autre part, F est impair, égal à $2m + 1$, et l'on doit résoudre :

$$\begin{aligned} 2m^2 + 2m^2 + 2m + 1 - 2^{2n} &= G^2 \\ G^2 &= m^2 + (m + 1)^2 - (2^n)^2 \end{aligned}$$

J'ai trouvé ces solutions générales en posant $2^n = m$ ou $m + 1$.

Nous serons liés par des questions connues de limites (Voir TCHEBYCHEW, par exemple) mais j'espère éviter cette difficulté.

Je tiens à citer les O. P. de EULER (I, 205, n° 39, ou A. M. I, 95, C. A. C. I., 556) *De criteriis aequationis $\alpha x^2 + \beta y^2 = \gamma z^2$ utrum ea resolutionem admittat nec ne?* (7 décembre 1772). — Note de W. L. KRAFT : si l'on connaît une solution $\alpha ff + \beta gg = \gamma hh$, en posant :

$$x = fp + \beta gq, \quad y = gp - \alpha fq;$$

on trouve

$$x = f(rr - \alpha\beta ss) + 2\beta grs, \quad y = g(rr - \alpha\beta ss) - 2\alpha frs.$$

J'ajoute la valeur

$$z = h(rr + \alpha\beta ss)$$

Autres solutions de N FUSS I (A. M. I 299, n^{os} 41 et 42)

CHAPITRE II

Étude de

$$aX^2 + bXY + cY^2 = hZ^3$$

ayant une solution

$$a\alpha^2 + b\alpha\beta + c\beta^2 = h\gamma^3$$

Ma méthode sera toujours la même, et il suffira de poser

$$X = \alpha + mx, \quad Y = \beta + my, \quad Z = \gamma + mf$$

On obtiendra

$$h\gamma^3 + Am + Bm^2 = h\gamma^3 + Cm + Dm^2 + Em^3, \text{ d'où } Em^2 + (D - B)m + (C - A) = 0$$

et l'on égalera A à C, puis on en tirera $m = \frac{B - D}{E}$

Ainsi, pour simplifier l'écriture, j'étudierai simplement

$$a(\alpha + mx)^2 + b(\beta + my)^2 = h(\gamma + mf)^3$$

J'en tire

$$f = \frac{2a\alpha x + 2b\beta y}{3h\gamma^2}, \quad m = \frac{ax^2 + by^2 - 3h\gamma f^2}{hf^3}.$$

Exemple.

$$a = 1, b = 1, h = 1, \alpha = 1, \beta = 0, \gamma = 1$$

$$f = \frac{2x}{3}, \quad m = \frac{27y^2 - 9x^2}{8x^3}$$

En faisant un changement de variable $3y = z$, on trouve une solution générale connue :

$$(x^2 + z^2)^3 = (x^3 - 3xz^2)^2 + (z^3 - 3zx^2)^2$$

On sait aussi que

$$(x^2 + z^2)^3 = (x^3 + xz^2)^2 + (z^3 + zx^2)^2.$$

Le L Col Allan CUNNINGHAM et M. E. N. BARISIEN ont indiqué des solutions générales de l'équation

$$X^6 = x^2 + y^2 = z^2 + t^2$$

Autre application.

$$a = 1, b = -1, h = 1, \alpha = 1, \beta = 0, \gamma = 1.$$

$$f = \frac{2x}{3}, \quad x = -\frac{9x^2 + 27y^2}{8x^3}$$

Avec le même changement de variable $3y = z$, je trouve

$$(x^2 - z^2)^3 = (x^3 + 3xz^2)^2 - (z^3 + 3x^2z)^2$$

et j'en conclus une solution générale du problème suivant :

$$\begin{aligned} X^2 - Y^2 &= Z^3, & X + Y &= U^3, & X &= Y V^3 \\ X &= x^3 + 3xz^2, & Y &= z^3 + 3zx^2 \\ U &= x + z, & V &= x - z, & Z &= UV = x^2 - z^2 \end{aligned}$$

Au xvi^e siècle, on connaissait les réponses suivantes de cette question,

$$2X = U^3 + V^3, \quad 2Y = U^3 - V^3, \quad Z = UV$$

ou bien, si $Y = Z$

$$X = \alpha (\alpha^2 - 1), \quad Y = Z = \alpha^2 - 1$$

On peut encore citer, soit

$$X = \frac{1}{2} t (t + 1), \quad Y = \frac{1}{2} t (t - 1), \quad Z = t$$

soit :

$$X = 4st (tu^3 + sv^3), \quad Y = 4st (tu^3 - sv^3), \quad Z = 4stuv.$$

CRISTIE cite :

$$\begin{aligned}(n^2 + n)^3 &= \left[\frac{1}{2} n (n + 1) (2n + 1) \right]^2 - \left[\frac{1}{2} n (n + 1) \right]^2 \\ n^3 &= \left[\frac{1}{2} n (n + 1) \right]^2 - \left[\frac{1}{2} (n) (n - 1) \right]^2 \\ (2n)^3 &= [n (n + 2)]^2 - [n (n - 2)]^2\end{aligned}$$

que l'on rendra facilement homogènes.

Autre problème.

$$a = 1, \quad b = 2, \quad h = 1, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 0, \quad \gamma = 1$$

L'équation

$$X^2 + 2Y^2 = Z^3 \text{ est donc résolue par}$$

$$X = p^3 - 6pq^2 \quad Y = 3p^2q - 2q^3, \quad Z = p^2 + 2q^2$$

Puisque

$$f = \frac{2x}{3}, \quad m = \frac{54y^2 - 9x^2}{8x^3}, \quad 3y = q, \quad x = p.$$

Or, dans un article du P. PÉPIN, je trouve les intéressantes notes suivantes (l. M, 664, 1896. 284) Th. 6. — Si pour le déterminant $-n$ le genre principal ne renferme qu'une seule classe de formes quadratiques, toutes les solutions en nombres entiers et premiers entre eux de l'équation $x^2 + ny^2 = z^{2m+1}$ dans lesquelles z a une valeur unique, se déduisent des relations

$$z = p^2 + 2q^2, \quad \pm x = p^3 - 6pq^2, \quad \pm y = 3p^2q - 2q^3$$

Le R. P. PÉPIN examinait plusieurs cas particuliers.

Il y a donc des cas où notre méthode permet de trouver immédiatement toutes les solutions d'un problème indéterminé.

Dernier exemple. — $a = 1, b = 3, h = 1, \alpha = 1, \beta = 0, \gamma = 1.$

L'équation

$$X^2 + 3Y^2 = Z^3 \text{ admet donc :}$$

$$f = \frac{2x}{3}, \quad m = \frac{-9x^2 + 81y^2}{8x^3}, \quad 3y = z.$$

$$X = x^3 - 9xz^2, \quad Y = 3z^3 - 3xz^2, \quad Z = x^2 + 3z^2$$

Je vais citer ici une note de RÉALIS, qui peut servir de réponse à I.M., 3662, 1910, 49.

La résolution de l'équation $x^2 + 3y^2 = z^3$ en nombres entiers, se rattache directement à la théorie générale développée, par LAGRANGE, dans le § IX des *Additions à l'analyse indéterminée* d'EULER.

Le nombre z , diviseur du premier membre, ne peut être que de la forme $\alpha^2 + 3\beta^2$; on a donc l'identité

$$(\alpha^3 - 9\alpha\beta^2)^2 + 3(3\alpha^2\beta - 3\beta^3)^2 = (\alpha^2 + 3\beta^2)^3$$

renfermant toutes les solutions entières de l'équation. En effet, à toute valeur, de z de la forme indiquée, c'est-à-dire à tout système de valeurs de α et β , correspondra un système de valeurs de x et y ; comme α et β peuvent toujours être supposés premiers entre eux, autant il y aura de manières de représenter z par la forme susdite, autant il y aura (pour le z considéré) de solutions distinctes de l'équation. On s'assure sans peine, d'ailleurs, que l'identité ci-dessus, où α et β restent indéterminés, ne saurait être remplacée par aucune autre formule donnant l'expression de $(\alpha^2 + 3\beta^2)^3$ sous la forme requise. (CATALAN, *Mélanges Math.* 1885, p. 350.)

M. E. FAUQUEMBERGUE a étudié

$$px^2 + mxy + qy^2 = z^3$$

et donné des formules générales du 3^e degré; il a aussi étudié le cas de $m = 0$; cette équation est un cas particulier de la nôtre, où $h = 1$.

M. NEUBERG a donné des solutions générales pour

$$px^2 + qy^2 + rz^2 = u^3$$

et M. G. de LONGCHAMPS pour

$$\alpha x^2 + \beta y^2 + \gamma z^2 + \delta t^2 = u^3$$

mais notre méthode généralise très simplement tous ces résultats avec un nombre quelconque d'inconnues.

Je citerai aussi les travaux de WEREBRUSOW qui transforme en carré et en bicarré sans aucune solution particulière une forme cubique. Mais ce travail peut être de préférence regardé comme un cas particulier des chapitres suivants.

CHAPITRE III

Forme cubique égalant une forme carrée

La méthode étant toujours la même, je n'étudierai plus que certains problèmes, et non plus la forme complète, ce qui nous entraînerait à une écriture trop compliquée.

$$\text{Résoudre} \quad X^3 + Y^3 + Z^3 = A^2 + B^2 + C^2$$

Je vais employer d'abord la méthode de FERMAT, et partant de la solution évidente $1^3 + 0^3 + 0^3 = 0^2 + 0^2 + 1^2$, je pose :

$$(1 + xm)^3 + (my)^3 + (mz)^3 = (m\alpha)^2 + (m\beta)^2 = H^2 \quad (1)$$

qui devient

$$\left(1 + \frac{3x}{2}m + gm^2\right)^2 = 1 + 3xm + \left(\frac{9x^2}{4} + 2g\right)m^2 + 3gxm^3 + g^2m^4 \quad (2)$$

Egalant les coefficients de m^2 , j'en tire

$$g = \frac{3x^2 - 4x^2 - 4\beta^2}{8} = \frac{\Delta}{8},$$

$$\text{d'où} \quad m = \frac{8(8y^3 + 8z^3 - x^3 + 12x^2x + 12\beta^2x)}{(3x^2 - 4x^2 - 4\beta^2)^2} = \frac{8R}{\Delta^2}$$

Faisons un changement de variables

$$\begin{aligned} 2\alpha &= \delta, & 2\beta &= \theta, & 2y &= u, & 2z &= v \\ \Delta &= 3x^2 - \delta^2 - \theta^2, & R &= u^3 + v^3 - x^3 + 3x\delta^2 + 3x\theta^2 \end{aligned}$$

et la solution cherchée devient

$$\left\{ \begin{aligned} &(\Delta^2 + 8Rx)^3 + (4Ru)^3 + (4Rv)^3 = \\ &(4R\Delta\delta)^2 + (4R\Delta\theta)^2 + (\Delta^3 + 12R\Delta x + 8R^2)^2 \end{aligned} \right.$$

Applications. — Résoudre $X^3 = A^2 + B^2$.

Il faut poser $u = 0, v = 0, \theta = 0$,

$$\Delta = 3x^2 - \delta^2, \quad R = -x^3 + 3x\delta^2$$

$$x^2 + \delta^2 = p, \quad 4\delta x = q$$

$$\text{d'où} \quad (p^2 + q^2)^3 = (q^3 - 3p^2q)^2 + (p^3 - 3pq^2)^2$$

Résoudre $X^3 = A^2 + B^2 + C^2$. — Je pose $u = 0$, $v = 0$, et par exemple, $\delta = 1$, $\theta = 2$, d'où :

$$(\Delta^2 + 8Ru)^3 = (4R\Delta)^2 + (8R\Delta)^2$$

avec $\Delta = 3x^2 - 5$, $R = -x^3 + 15x$

Je vais prendre un exemple simple, $x = 1$, avant de passer à ma solution du même problème général :

$$X^3 + Y^3 + Z^3 = A^2 + B^2 + C^2,$$

et je trouve

$$24\ 389 = 29^3 = 14^2 + 28^2 + 153^2$$

Il faut encore noter que pour $v = 0$, $\theta = 0$, $\delta = 0$ on découvre à nouveau la solution de DESBOVES (N.A. 1879)

$$(x^4 + 8u^3x)^3 + (4u^4 - 4ux^3)^3 = (8u^6 + 20x^3u^3 - u^6)^2$$

et pour $v = 0$, $\theta = 0$, $x = 0$, on a

$$N = (\delta^4)^3 + (4u^4)^3 = (\delta^2)^6 + (2u^2)^6 = (\delta^6)^2 + (8u^6)^2 = (4\delta^3u^3)^2 + (8u^6 - \delta^6)^2$$

$$N = [(\delta^2)^2 + (2u^2)^2][(\delta^2 - 4u^2)^2 + (2\delta^2u^2)^2] = (\delta^6 - 8\delta^2u^4)^2 + (8u^6 - 4u^2\delta^4)^2$$

On peut poser

$$2u^2 = q, \quad \delta^2 = p.$$

Je pars aussi de

$$(1 + mx)^3 + (my)^3 + (mz)^3 - (mx)^2 - (m\beta)^2 = H^2$$

mais je pose $H = 1 + mf$; j'ai donc

$$1 + 3mx + m^2(3x^2 - \alpha^2 - \beta^2) + m^3(x^3 + y^3 + z^3) \\ = 1 + 2mf + m^2f^2$$

J'écris

$$f = \frac{3x}{2}$$

d'où

$$m = \frac{4\alpha^2 + 4\beta^2 - 3x^2}{4x^3 + 4y^3 + 4z^3}$$

Applications. — $X^3 = A^2 + B^2 + C^2$. Faisant $y = 0$, $z = 0$, on trouve

$$f = \frac{3x}{2}, \quad m = \frac{4x^2 + 45^2 - 3x^2}{4x^3}, \quad 2\alpha = m, \quad 2\beta = n,$$

$$(x^2 + m^2 + n^2)^3 = [m^3 + m(n^2 - 3x^2)]^2 + [n^3 + n(m^2 - 3x^2)]^2 + [x^3 - 3x(m^2 + n^2)]^2$$

Ainsi $x = 4$, $m = 3$, $n = 2$ donnent

$$24\,389 = 29^3 = 70^2 + 92^2 + 105^2$$

Résoudre $X^3 + Y^3 = A^2$ (K). —

Il faut poser : $z = 0$, $\beta = 0$, $2\alpha = p = 0$

$$f = \frac{3x}{2}, \quad m = -\frac{3x^2}{4x^3 + 4y^3}$$

Si $x^3 + y^3 = a^2$ est une solution connue, on en aura une deuxième par les formules :

$$(x^3 + 4y^3)^3 - (3x^2y)^3 = [a(8y^3 - x^3)]^2;$$

mais il faut bien remarquer alors que la connaissance d'une solution n'en indique que *deux* nouvelles, puis par réitération, 2^n .

Je puis encore citer une solution de M. WEREBRUSOW :

$$(3a^4 + 6a^2b^2 - b^4)^3 - (3a^4 - 6a^2b^2 - b^4)^3 = [6ab(3a^4 + b^4)]^2$$

J. A. EULER (A.M. I, 129; O.P., 241 n° 10) cite les solutions

$$2^3 + 1^3 = 3^2; \quad 8^3 - 7^3 = 13^2; \quad 65^3 + 56^3 = 671^2; \quad 74^3 - 47^3 = 549^2;$$

LEXELL (*id.* n° 11) indique

$$37^3 + 11^3 = 228^2; \quad 71^3 - 23^3 = 588^2$$

LAMÉ cite encore

$$105^3 - 104^3 = 181^2$$

On trouve aussi les formules

$$X = 2(t+1)(1+3t^2)\theta^2, \quad Y = 2(1-t)(1+3t^2)\theta^2$$

$$Z = 4(1+3t^2)^2\theta^3$$

qui représentent tous les points de la surface unicursale (K). Elles donnent donc toutes les solutions entières.

J'en tire

$$X = 2(p + q)(q^2 + 3p^2)$$

$$Y = 2(q - p)(q^2 + 3p^2), \quad Z = 4(q^2 + 3p^2)^2$$

Voir N.C. 1879, 98 ou C.R. 22 juillet et 19 août 1879, puis dans les *Anales de la Universidad de Chile*, un article de M. TAFELMACHER (t. 97, p. 63, 1897, Santiago). La ecuacion $x^3 + y^3 = z^2$ i una demostracion nueva del teorema de Fermat para el caso de las sextas potencias.

Cf. SCHWERING, 1902, Vereinfachte der Eulerschen Aufgabe $x^3 + y^3 + z^3 + t^3 = 0$. Anwendung des Abelschen theorems auf die Lösung der diophantischen Gleichungen

$$x^3 + Ay^3 = z^3 \quad \text{und} \quad x^3 + y^3 = z^2$$

Cf. DESBOVES, N.A. 1879, 399; cas où $a = 1$, $b = 1$. Enfin je citerai AXEL THUE, Ueber die Auflösbarkeit einiger unbestimmten gleichungen (C.R. de la Soc. Roy. des Sc. de Norvège: Det Kgl. norske videnskabs selskabs skrifter, 1896, n° 6, pour z non multiple de 3). — EULER (C.A.C.I., 20) avait indiqué les formules retrouvées par M. E. FAUQUEMBERGUE (I.M. 925, 1897, 411) que j'ai dû compléter en donnant les valeurs générales de z qui sont du sixième degré.

Dans les O.P. (p. 232 n° 67, ou A.M. I, 99) lire les *Varia conamina aequationis*

$$a^\lambda + b^\lambda = c^\lambda$$

impossibilitatem casu $\lambda > 2$ demonstrandi.

Le n° 4 est de W. L. KRAFT qui cite, par exemple, en précurseur de DESBOVES

$$(a^4 - 8nab^3)^3 + n(4a^3b + 4nb^4)^3 = (a^6 + 20na^3b^3 - 8n^2b^6)^3$$

Je vais indiquer ici quelques identités ou quelques solutions rencontrées dans le cours de mes recherches sur ces équations :

$$7^3 + 3^3 = 3^2 + 19^2 \quad \text{et} \quad 3^6 + 1^6 = 21^2 + 17^2$$

en nombre tous impairs.

$$(2h^2 + 3l^2)^3 + (h^2 - 3l^2)^3 = (3h^3 - 9hl^2)^2 + (9h^2l)^2$$

et si $l = s^2$, on trouve

$$(2h^2 + 3s^4)^3 + (h^2 - 3s^4)^3 = (3h^3 - 9hs^4)^2 + (3hs)^4$$

La même méthode donne encore

$$(h^2 + 3l^2)^3 + (2h^2 - 6l^2)^3 = (3h^3 - 9hl^2)^2 + (9h^2l + 189l^3)^2$$

Partant des deux solutions générales connues

$$(f^2 + g^2)^3 = (f^3 + fg^2)^2 + (g^3 + gf^2)^2 = (f^3 - 3fg^2)^2 + (g^3 - 3gf^2)^2$$

je pose

$$\begin{aligned} [(f^3 - 3fg^2) a^3 + (g^3 - 3gf^2) b^3]^2 &+ [(g^3 - 3gf^2) a^3 - (f^3 - 3fg^2) b^3]^2 \\ &= (f^2 + g^2)^3 (a^6 + b^6) = [a^2(f^2 + g^2)]^3 + [b^2(f^2 + g^2)]^3 \end{aligned}$$

Si je fais $a = b = 1$,

$$2(f^2 + g^2)^3 = (f^3 - 3f^2g - 3fg^2 + g^3)^2 + (f^3 + 3f^2g - 3fg^2 - g^3)^2$$

De même, j'obtiens

$$\begin{aligned} [(f^3 + fg^2) a^3 + (g^3 + gf^2) b^3]^2 &+ [(g^3 + gf^2) a^3 - (f^3 + fg^2) b^3]^2 \\ &= [(f^2 + g^2) a^2]^3 + [b^2(f^2 + g^2)]^3 \end{aligned}$$

Pour $a = b = 1$, on a une nouvelle décomposition

$$2(f^2 + g^2)^3 = (f^3 + f^2g + fg^2 + g^3)^2 + (f^3 - f^2g + fg^2 - g^3)^2$$

A vrai dire, ces deux solutions sont implicitement connues, puisque la solution

$$x^3 = a^2 + b^2 = c^2 + d^2$$

impose

$$\begin{aligned} 2x^2 &= 2a^2 + 2b^2 = 2c^2 + 2d^2 \\ &= (a + b)^2 + (a - b)^2 = (c + d)^2 + (c - d)^2; \end{aligned}$$

mais il suffit de choisir a et b différents, pour éviter ce cas limite.

Il sera, je crois, préférable de changer les inconnues, c'est-à-dire de prendre f et g pour connues; ainsi $f = 2$, $g = 1$, donneront

$$\begin{aligned} (5a)^3 + (5b)^3 &= (2a^3 - 11b^3)^2 + (11a^3 + 2b^3)^2 \\ &= (10a^3 + 5b^3)^2 + (5a^3 - 10b^3)^2 \end{aligned}$$

L'équation $x^3 + y^3 = a^2 + b^2$ une fois possible, l'est plusieurs fois, puisque $x^3 + y^3$ est composé ; j'indique encore les formules suivantes :

$$\begin{aligned} & (2f^4 + 5f^2g^2 + 3g^4)^3 + (f^4 - 2f^2g^2 - 3g^4)^3 \\ &= (3f^6 + 3f^4g^2)^2 + (15f^3g^3 + 6f^5g + 9fg^5)^2 \\ &= (3f^6 - 15f^4g^2 - 18f^2g^4)^2 + (3f^3g^3 + 12f^5g - 9fg^5)^2 \\ &= (3f^6 - 45f^4g^2 + 36f^2g^4)^2 + (57f^3g^3 - 48f^5g - 9fg^5)^2 \\ &= (3f^6 + 9f^4g^2 + 18f^2g^4)^2 + (3f^3g^3 - 9fg^5)^2 \end{aligned}$$

Exemples. — $f = 1, g = 1$

$$10^3 - 4^3 = 6^2 + 30^2, \text{ solution quadruple.}$$

Si $f = 2, g = 1$, on trouve toutes les décompositions de 166 500 en sommes de 2 carrés :

$$\begin{aligned} 166\ 500 &= 55^3 + 5^3 = 240^2 + 330^2 = 120^2 + 390^2 \\ &= 384^2 + 138^2 = 6^2 + 408^2. \end{aligned}$$

J'ai obtenu ces formules en posant dans :

$$(pa + qb)^2 + (qa - bp)^2 = (pa - qb)^2 + (qa + pb)^2 = (p^2 + q^2)(a^2 + b^2)$$

$$p^2 + q^2 = x^3, \quad a^2 + b^2 = c^3 + d^3,$$

$$x = f^2 + g^2, \quad p = f^3 + fg^2, \quad q = g^3 + gf^2$$

$$\text{ou bien} \quad p = f^3 - 3fg^2, \quad q = g^3 - 3gf^2$$

$$a = 3f^3 - 9fg^2, \quad b = 9f^2g, \quad c = 2f^2 + 3g^2, \quad d = f^2 - 3g^2$$

Je n'insisterai pas davantage sur ce point, et citerai l'identité de CHRISTIE qui est simplement la somme de 2 autres du même auteur :

$$n^3 + (n^2 + n)^3 = \left[\frac{1}{2} n(n+1)(2n+1) \right]^2 - \left[\frac{1}{2} n(n-1) \right]^2$$

Je note encore

$$\begin{aligned} (f^2 + 5g^2)^3 &= (f^3 + fg^2)^2 + (2f^2g + 2g^3)^2 + (3f^2g + 11g^3)^2 \\ (f^2 + 5g^2)^3 - (f^2 + g^2)^3 &= (2f^2g + 2g^3)^2 + (3f^2g + 11g^3)^2 - (g^3 + f^2g)^2 \end{aligned}$$

et une identité *rectifiée* de G. de ROCQUIGNY :

$$(a^2 + b^2)^3 + (a^2 - b^2)^3 = (a^3 + ab^2)^2 + (a^3 - ab^2)^2 + (2ab^2)^2$$

ainsi qu'une formule de RÉALIS (N. C. 1878) différente de la mienné :

$$[x^2 + m^2 + n^2]^3 = [n^3 - 3nx^2 - m^2(2x - n)]^2 \\ + [x^3 - 3n^2x - m^2(2n - x)]^2 + [m^3 + 4mnx - m(x^2 + n^2)]^2$$

Exemple. — $x = 4$, $m = 3$, $n = 2$

$$24\,389 = 29^3 = 16^2 + 142^2 + 163^2.$$

Passons à l'étude de

$$ax^3 + by^3 + cz^3 = kg^2$$

et aux applications immédiates.

RÉALIS a donné des formules du 3^e degré pour résoudre

$$x^3 + y^3 + z^3 = ku^2.$$

Comme application intéressante, pour $k = 1$, on retrouve un problème étudié par CATALAN en 1843 (N. A. 553) et 1866 (Mélanges Math. 1885, p. 49-54), celui de la *toroïde* qui lui a fourni une identité remarquable.

On appelle *toroïdes* les *parallèles à l'ellipse*, c'est-à-dire les courbes qui ont mêmes normales qu'une ellipse donnée. Cette dénomination est fondée sur ce que la *projection du contour apparent d'un tore, sur un plan quelconque, est une toroïde*.

L'équation de cette courbe est

$$[x^2 + y^2 - a^2 - b^2 - k^2]^2 (a^2y^2 + b^2x^2 - a^2k^2 - b^2k^2 - a^2b^2)^2 \\ + 4a^2b^2k^2 (x^2 + y^2 - a^2 - b^2 - k^2)^3 - 27a^4b^4k^4 \\ + 18a^2b^2k^2 (x^2 + y^2 - a^2 - b^2 - k^2) (a^2y^2 + b^2x^2 - a^2k^2 - b^2k^2 - a^2b^2) \\ + 4[a^2y^2 + b^2x^2 - a^2k^2 - b^2k^2 - a^2b^2]^3 = 0.$$

En posant

$$a = b, \quad x^2 + y^2 = u^2, \quad u^2 - a^2 - k^2 = t^2$$

la transformée est divisible par $t^4 - 4a^2k^2$, puisque l'ellipse devenant un cercle avec $a = b$, la toroïde se réduit au système de 2 cercles concentriques avec le premier et dont les rayons sont $u = a \pm k$: enfin, avec $a^2 = \alpha^3$, $k^2 = \beta^3$, on trouve

$$[\alpha^6 + 7\alpha^3\beta^3 + \beta^6]^2 = [\alpha^4 + 2\alpha\beta^3]^3 + [\beta^4 + 2\beta\alpha^3]^3 - [3\alpha^2\beta^2]^3$$

Cette solution de $X^3 + Y^3 + Z^3 = U^2$ est remarquable, car on a en même temps,

$$X + Y + Z = [\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2]^2.$$

RÉALIS indique encore les solutions suivantes, et j'ajoute pour chacune la valeur générale de $X + Y + Z$, non encore remarquée :

$$\begin{cases} (a^2 + 3b^2)^6 - (a^2 - 3b^2)^6 - (12a^2b^2)^3 = [6ab(a^4 - 9b^4)]^2 \\ X + Y + Z = 0 \\ \begin{cases} X = 4(a^2 + ab + b^2)^2, & Y = -(a^2 + 4ab + b^2)^2, & Z = 3(a^2 - b^2)^2 \\ X + Y + Z = 6(a^2 - b^2)^2 \end{cases} \\ \begin{cases} X = 4(a^2 + 3ab + 3b^2)^2, & Y = -(a^2 - 3b^2)^2, & Z = -3(a^2 + 4ab + 3b^2)^2 \\ X + Y + Z = 2a^4 \end{cases} \\ \begin{cases} X = 4(a^2 + 3b^2)^2, & Y = -(a^2 + 6ab - 3b^2)^2, & Z = -3(a^2 - 2ab - 3b^2)^2 \\ X + Y + Z = 0 \end{cases} \end{cases}$$

Je vais indiquer maintenant mes résultats personnels.

Partant de

$$(a + b)^3 - a^3 - b^3 = 3ab(a + b)$$

il suffit de poser

$$\begin{aligned} a &= p^2, & b &= 3q^2, & p^2 + 3q^2 &= f^2 \\ p &= \alpha^2 - 3\beta^2, & q &= 2\alpha\beta, \end{aligned}$$

pour retrouver la première solution de RÉALIS

Si maintenant je pose $l = 3hk^2$ dans

$$[2h^2 + 3l^2]^3 + [h^2 - 3l^2]^3 - (9h^2l)^2 = [3h^3 - 9hl^2]^2$$

j'en tire avec $q^2 = l$, et en rendant les inconnues homogènes

$$X = 2m^4 + 27mk^3, \quad Y = m^4 - 27mk^3, \quad Z = -9m^3k, \quad U = 3m^6 - 81m^3k^3$$

J'ai encore posé dans la même identité et dans sa voisine $h^2 - 3l^2 = 1$, d'où

$$\begin{aligned} X &= 9m^6 + 2n^6, & Y &= -3m^2n^4, & Z &= -2n^6, & U &= 27m^9 + 9m^3n^6 \\ X &= 36p^6 + q^6, & Y &= -3p^2q^4, & Z &= -q^6, & U &= 216p^9 + 9p^3q^6 \end{aligned}$$

J'arrive aux identités :

$$\begin{aligned} X &= 9m^4 + 2mk^3, & Y &= -3m^2k^2, & Z &= -2mk^3, & U &= 27m^6 + 9m^3k^3 \\ X &= 36m^4 + mk^3, & Y &= -3m^2k^2, & Z &= -mk^3, & U &= 216m^6 + 9m^3k^3 \end{aligned}$$

et l'on peut en trouver facilement beaucoup d'autres.

CHAPITRE IV

Problèmes sur les bicarres

Ayant une solution $ax^4 + by^4 = cz^2$ de l'équation $aX^4 + bY^4 = cZ^2$, on trouvera par la méthode des identités :

$$\begin{aligned} X &= 3c^2xz^4 - 4a^2x^9, & Y &= 3c^2yz^4 - 4b^2y^9, \\ Z &= 4c^4z^9 - 3z(ax^4 - by^4)^4; \end{aligned}$$

cf DESBOVES, mémoire sur l'équation $aX^m + bY^m = cZ^n$ (N. A. 1879, 265), quest. d'Algèbre (4^e éd. 1892) où il indique quelques identités particulières, et C. R. 1887, t. CIV, p. 846 et 1832. — LEBESGUE, Résolution des équations biquadratiques

$$z^2 = x^4 \pm 2^m y^4, \quad z^2 = 2^m x^4 - y^4, \quad 2^m z^2 = x^4 \pm y^4$$

(J. M., t. XVIII, p. 73-86, 1853). Cet auteur a *retrouvé* pour $X^4 + bY^4 \pm Z^2$ les formules

$$X = x^4 - by^4, \quad Y = 2xyz, \quad Z = z^4 + 4bx^4y^4$$

les nombres x, y, z formant une solution de la question.

Ed. LUCAS, ses recherches sur l'*Analyse indéterminée*, et divers articles...

Ce qu'il faut remarquer ici c'est que les solutions générales connues de ce problème sont du 9^e, 6^e ou 4^e degrés; je vais donc indiquer à nouveau ma méthode qui permet de trouver X et Y à l'aide d'indéterminées au 3^e degré.

Ayant une solution évidente $f\alpha^4 - g\beta^4 = k\gamma^2$, de $fX^4 - gY^4 = kZ^2$ et une première solution $fA^4 - gB^4 = kC^2$, je pose

$$f(a + Au)^4 - g(\beta + Bu)^4 = kZ^2$$

d'où

$$\left\{ \begin{aligned} &k\gamma^2 + 4[f\alpha^3A - g\beta^3B]u + 6[f\alpha^2A^2 - g\beta^2B^2]u^2 \\ &+ 4[f\alpha A^3 - g\beta B^3]u^3 + kC^2u^4 = kZ^2 \end{aligned} \right.$$

D'après la méthode de FERMAT, j'écrirai

$$Z = \gamma + Su + Cu^2$$

l'équation devient alors :

$$[4(f\alpha A^3 - g\beta B^3) - 2kCS] u^2 + [6(f\alpha^2 A^2 - g\beta^2 B^2 - k(S^2 + 2\gamma C))] u + [4(f\alpha^3 A - g\beta^3 B) - 2kS\gamma] = 0$$

Nous pouvons annuler soit le coefficient de u^2 , soit le terme connu ; cela n'a aucune importance ici, car l'on voit que α, β, γ sont simplement permutés avec A, B, C . Je pose donc

$$S = \frac{2(f\alpha A^3 - g\beta B^3)}{kC},$$

et j'en déduis :

$$u = \frac{2kS\gamma - 4(f\alpha^3 A - g\beta^3 B)}{6(f\alpha^2 A^2 - g\beta^2 B^2) - k(S^2 + 2\gamma C)}$$

que l'on peut écrire

$$u = \frac{2kC\gamma(f\alpha A^3 - g\beta B^3) - 2kC^2(f\alpha^3 A - g\beta^3 B)}{kC^2[3(f\alpha^2 A^2 - g\beta^2 B^2) - k\gamma C] - 2(f\alpha A^3 - g\beta B^3)^2}.$$

Il est inutile de chercher la valeur générale des inconnues, ce qui compliquerait singulièrement l'écriture ; il sera préférable de la calculer pour chaque cas particulier ; Voici deux exemples :

1° Résoudre $X^4 - 2Y^4 = Z^2$, quest. RÉALIS, N.C. 596, octobre 1880, p. 478.

$$f = 1, \quad g = 2, \quad k = 1, \quad A = 3, \quad B = -2, \quad C = 7$$

$$u = \frac{294\alpha^3 + 392\beta^3 + 7\gamma(54\alpha + 32\beta)}{135\alpha^2 + 1728\alpha\beta + 1688\beta^2 - 343\gamma} = \frac{m}{\Delta}, \quad S = \frac{54\alpha + 32\beta}{7}$$

Il est facile d'en tirer la valeur des inconnues

$$\begin{aligned} X &= 3(339\alpha^3 + 392\beta^3) + 8\alpha\beta(216\alpha + 244\beta) + 7\gamma(113\alpha + 96\beta) \\ Y &= 4(147\alpha^3 - 226\beta^3) - 27\alpha\beta(5\alpha + 64\beta) + 7\gamma(108\alpha + 113\beta) \\ Z &= \gamma\Delta^2 + Sm\Delta + 7m^2. \end{aligned}$$

2° Résoudre. — $X^4 - 3Y^4 = 13Z^2$, quest. de RÉALIS (*id.*, p. 479).

$$f = 1, \quad g = 3, \quad k = 13, \quad A = 2, \quad B = -1, \quad C = -1$$

On trouve alors

$$u = \frac{26[2\alpha^3 + 3\beta^3 + \gamma(8\alpha + 3\beta)]}{135\beta^2 - 28\alpha^2 + 96\alpha\beta - 169\gamma} = \frac{m}{\Delta}, \quad S = -\frac{16\alpha + 6\beta}{13}$$

d'où les solutions

$$\begin{aligned} X &= 76\alpha^3 + 96\alpha^2\beta + 135\alpha\beta^2 + 156\beta^3 + 13\gamma(19\alpha + 12\beta) \\ Y &= 52\alpha^3 + 28\alpha^2\beta - 96\alpha\beta^2 - 57\beta^3 + 13\gamma(16\alpha + 19\beta) \\ Z &= \gamma\Delta^2 + 5m\Delta - m^2 \end{aligned}$$

Plusieurs auteurs ont étudié

$$aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$$

et ont donné d'élégantes formules où X et Y sont du 4^e degré ; mais on n'a pas ainsi *toutes* les solutions (DESBOVES, N.A. 1880, p. 461).

Il est facile d'obtenir une solution générale du 3^e degré pour

$$fx^4 + gx^3y + hx^2y^2 + kxy^3 + ly^4 = pZ^2.$$

Le problème d'EULER :

$$x^4 \pm mx^2y^2 + Y^4 = z^2.$$

n'est plus alors qu'un cas particulier de notre théorie, et il suffira d'avoir une solution simple de la question pour en tirer immédiatement une solution générale du troisième degré.

Notes diverses sur la résolution de $a^4 \pm b^4 \pm c^4 = x^2$

Pour $a^4 + b^4 + c^2 = d^4$, M. ESCOTT cite

$$\begin{aligned} a &= mn, & b &= n(m + n), & d &= m^2 + mn + n^2. \\ c &= m(m + n)(m^2 + mn + 2n^2) \end{aligned}$$

On connaît aussi, par exemple

$$\begin{aligned} (x^4 + 2y^4)^4 &= (x^4 - 2y^4)^4 + (2x^3y)^4 + (8x^2y^6)^2 \\ &= (2x^2y^2)^4 + (2x^3y)^4 + (x^8 - 4x^4y^4 - 4y^8)^2 \end{aligned}$$

d'où, en passant, une solution de

$$A^4 + B^2 = C^4 + D^2$$

J'ai déduit de ces recherches

$$\begin{aligned} &(x^4 - 2y^4)^4 + (2x^3y)^4 + (3xy^3)^4 \\ &= (x^4 + 2y^4)^4 + (2xy^3)^4 + (xy^3)^4 \end{aligned}$$

En cherchant à résoudre les équations

$$x^4 + y^4 + z^4 = u^4, \quad x^4 + y^4 + z^4 + t^4 = u^4,$$

M. E. FAUQUEMBERGUE a rencontré les identités suivantes :

$$\begin{aligned} (\alpha\beta)^4 + (\alpha\gamma)^4 + (\beta\gamma)^4 &= (\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2)^2 \\ (2\alpha^2\beta\gamma^3)^4 + (2\alpha\beta^2\gamma^3)^4 + [(\alpha^2 - \beta^2)\gamma^4]^4 + [2\alpha\beta(\alpha^4 + \gamma^4)]^4 \\ &= [\gamma^{12} - 4\alpha^2\beta^2(\alpha^4 + \beta^4)^2]^2 \end{aligned}$$

α, β, γ étant une solution de $\alpha^2 + \beta^2 = \gamma^2$, ce qui revient à dire que l'on peut prendre

$$\alpha = m^2 - n^2, \quad \beta = 2mn, \quad \gamma = m^2 + n^2$$

les nombres m et n étant des entiers quelconques. Mais les seconds membres de ces identités ne peuvent devenir des bicarrés, et la démonstration en est facile.

D'ailleurs, voici ce que dit EULER à ce sujet (C.A.C. II, p. 281 et 456) : « Certum est, nequidem exhiberi posse tria biquadrata, quorum summa sit pariter biquadratum, sed ad minimum quatuor biquadrata requiri, ut eorum summa prodire queat biquadratum, quanquam nemo adhuc talia quatuor biquadrata assignare potuerit ».

« ... Quin etiam equidem hactenus frustra sum occupatus in quatuor biquadratis inveniendis, quorum summa esset pariter biquadratum. At vero quinque biquadrata pluribus modis dari posse observavi, quorum summa est biquadratum. »

Voir aussi, à ce sujet les O.P. (Problema difficillimum n° 50, p. 216 ou A.M. I. 281).

M. Artemas MARTIN (C.R. du 2^e congrès intern. des Math. publ. par DUPORCE, 1902, p. 239), a donné des solutions générales de

$$x^4 + y^4 + z^4 + t^4 + u^4 = a^4$$

sous le titre : A rigorous method of finding biquadrate numbers whose sum is a biquadrate. Voir aussi Math. Magazine (janv. 1886) un article du même auteur intitulé : about biquadrate numbers whose sum is a biquadrate.

M. A. MARTIN cite par exemple :

$$\begin{aligned} (4m^2 - 12n^2)^4 + (2m^2 - 12mn - 6n^2)^4 + (2m^2 + 12mn - 6n^2)^4 \\ + (4m^2 + 12n^2)^4 + (3m^2 + 9n^2)^4 = (5m^2 + 15n^2)^4 \end{aligned}$$

J'en conclus que la première ligne est aussi égale à

$$(4m^2 + 12n^2)^4 + 2(2m^2 + 6n^2)^4$$

M. E. FAUQUEMBERGUE cite

$$(4x^4 + y^4)^4 = (4x^4 - y^4)^4 + 2(4x^3y)^4 + 2(2xy^3)^4$$

identité que j'ai aussi rencontrée dans mes études sur

$$(p^n + nq^n)^n \pm (p^n - nq^n)^n = 2(\alpha^n + \beta^n \dots)$$

Résoudre. — $x^4 + y^4 + z^4 = a^2 + b^2$

Ceci est démontré si x, y, z sont les côtés d'un triangle rectangle, en nombres premiers entre eux ; en effet

$$\begin{aligned} & (u^2 + v^2)^4 + (u^2 - v^2)^4 + (2uv)^4 \\ &= (u^4 + 4u^2v^2 - v^4)^2 + (v^4 + 4u^2v^2 - u^4)^2 \end{aligned}$$

Voici une autre solution de la question :

$$\begin{aligned} & (m^2 + 2n^2)^4 + (m^2 - 2n^2)^4 + (4mn)^4 \\ &= (m^4 - 12m^2n^2 + n^4)^2 + (m^4 + 12m^2n^2 + 4n^4)^2. \end{aligned}$$

Résoudre. — $x^4 + y^4 = z^4 + t^4$

Cf. EULER, observationes circa bina biquadrata, quorum summam in duo alia biquadrata resolvere liceat (C.A.C. I, 473) ; dilucidationes circa binas summas duorum biquadratorum inter se æquales (*id.*, II, 450).

MM. E. FAUQUEMBERGUE et DESBOVES ont étudié ce problème, dont les solutions générales connues sont malheureusement d'un degré trop élevé, et que nous espérons abaisser plus tard.

Résoudre. — $x^4 + y^4 + z^4 = t^4 + u^4$

J'ai trouvé des identités simples ; dans la seconde, poser $h = 1$

$$2(p^2 + pq + q^2)^4 = (p^2 - q^2)^4 + (p^2 - 2pq)^4 + (q^2 - 2pq)^4$$

$$(p^9 + 4ph^2l^8)^4 + (6ph^2l^8)^4 + h(p^8l + 3hp^4l^3 - 4h^2l^9)^4$$

$$= (p^9 + 2ph^2l^8)^4 + h(p^8l - 3hp^4l^3 - 4h^2l^9)^4$$

J'en tire le théorème suivant : *Le bicarré d'un entier quelconque peut être représenté par la différence de deux nombres de la forme $u^4 + hv^4$, le nombre h étant un entier quelconque.*

Résoudre. — $x^4 + y^4 + z^4 = a^4 + b^4 + c^4$. — Je citerai

$$(x^3 + xz + z^2 - y^2)^4 + (y^3 - 2yz - xy)^4 + (x^2 + z^2 + xz - 2yz - xy)^4 \\ = (xy - 2xz - x^2)^4 + (x^2 + yz - y^2 - z^2)^4 + (y^2 + z^2 + 2xz - xy - yz)^4$$

et les applications simples $y = 2z$, puis $x = 2zk^2$.

J'indiquerai enfin une égalité vraie aux degrés 1, 2, 4 en même temps :

$$(f - 2g) + (4f - g) + (3g - 5f) = (4f - 3g) + (2g - 5f) + (f + g)$$

mais pour cette étude, la méthode si élégante de notre collègue M. G. TARRY s'impose.

Autres questions sur les bicarrés. — Identités diverses :

$$[ft^3 + (2f + 4g)tu - 3fu^2]^4 + [t^2 - 2tu(2f + g) - 3u^2]^4 \\ + [f + 1]t^2 - (2f - 2g)tu - 3(f + 1)u^2)^4 = 2(f^2 + fg + g^2)^2(t + 3u^2)^4$$

et j'ai signalé dans S.C.E. une méthode permettant de trouver une somme de $4n$ bicarrés égalant une somme de même espèce.

Je citerai encore

$$(p^4 + 4q^4)^4 + (p^2q^2)^4 = (p^4)^4 + (4q^4)^4 + (3p^2q^2)^4 \\ + (2p^2q^2)^4 + (2p^3q)^4 + (4pq^3)^4$$

et enfin

$$(p^4 + 4p^3q - 18p^2q^2 - 12pq^3 + 9q^4)^2 + (8p^3q - 24pq^3)^2 \\ + (p^4 - 4p^3q - 18p^2q^2 + 12pq^3 + 9q^4)^2 = 2(p^2 + 3q^2)^4 \\ = (p^2 - 2pq - 3q^2)^4 + (p^2 + 2pq - 3q^2)^4 + (4pq)^4.$$

Brève étude de $X^4 + Y^4 + Z^4 = A^4$ (supposée possible).
Cherchons d'abord à résoudre $X^4 + Y^4 + Z^4 = B^2$ en posant

$$(1 + mx)^4 + (my)^4 + (mz)^4 = Z^2 = (1 + mf)^2$$

Avec $f = 2x$, on obtient l'équation de condition

$$m^2(x^4 + y^4 + z^4) + 2.2x^3.m + 2x^2 = 0. \quad (1)$$

Son déterminant Z doit être un carré parfait, et j'en tire, avec $Z = 2Sx$,

$$x^4 - y^4 - z^4 = 2S^2. \quad (2)$$

Soit maintenant

$$x^2 = y^2 + kz^2 \quad (3)$$

Cette valeur, portée en (2) donne, avec $S = zU$

$$ky^2 + \frac{1}{2}(k^2 - 1)z^2 = U^2 \quad (4)$$

Enfin, avec $k = 2l + 1$, il suffit de résoudre la *double équation* suivante, en nombres entiers, pour avoir une solution générale du problème.

$$\left. \begin{aligned} y^2 + (2l + 1)z^2 &= x^2 \\ (2l + 1)y^2 + (2l^2 + 2l)z^2 &= U^2 \end{aligned} \right\} \quad (A)$$

Exemple. — Si $l = 0$, il suffit de poser

$$U = y = p^2 - q^2, \quad z = 2pq, \quad x = p^2 + q^2$$

On trouve alors, après division par un facteur commun, car on a

$$\frac{p^8 + 14p^4q^4 + q^8}{(p^4 - 2p^3q + 2p^2q^2 - 2pq^3 + q^4)} = \frac{(p^4 + 2p^3q + 2p^2q^2 + 2pq^3 + q^4)}{(p^4 - 2p^3q + 2p^2q^2 + 2pq^3 + q^4)}$$

la solution suivante, qui est connue

$$(p^4 - q^4)^4 + [2pq(p^2 - q^2)]^4 + [2pq(p^2 + q^2)]^4 = (p^8 + 14p^4q^4 + q^8)^2$$

Je possédais ces solutions en 1907, mais je me suis aperçu que M. E. FAUQUEMBERGUE avait déjà trouvé cette réponse, par une méthode que j'ignore (I.M. 74, 1894, 167).

Il faut donc rechercher de nouvelles valeurs de l permettant de résoudre (A), ou bien démontrer qu'on ne peut en découvrir.

Lire les travaux de LEBESGUE, EULER, GENOCCHI, MATHEW COLLINS.

On peut employer la même méthode avec un nombre supérieur de bicarrés.

$$\text{Résoudre. — } xyz(x + y + z) = X^4$$

J. A. EULER a étudié ce problème (O.P., 239 ; A.M. I, p. 122-127), et voici comment il y parvient. Pour trouver des solutions de

$$(p^2 - q^2)(q^2 - r^2) = m^4,$$

il pose

$$p = x + y + 2z, \quad q = x + y, \quad r = x - y,$$

d'où il suffit que

$$xyz(x + y + z) = s^4.$$

La solution de cette question est facile, mais J. A. EULER, examinant deux cas généraux, donne des formules que plus loin, il reconnaît lui-même être fausses. Il est permis de s'étonner alors de voir ce problème *choisi* paraître dans les O. P. ; l'erreur était manifeste.

Le cas spécial étudié par J. A. EULER est impossible, et je le montrerai simplement.

Posons $s^2 = (x + y + z)p$, d'où

$$xyz = (x + y + z)p^2, \quad z = \frac{(x + y)p^2}{xy - p^2},$$

donc

$$x + y + z = \frac{xy(x + y)}{xy - p^2}, \quad s^2 = \frac{pxy(x + y)}{xy - p^2}$$

Soient $x = nq^2$, $y = nr^2$; on en tire

$$\left(\frac{s}{nqr}\right)^2 = \frac{np(q^2 + r^2)}{n^2q^2r^2 - p^2}$$

Posons maintenant

$$nqr - p = k(q^2 + r^2),$$

ou bien

$$p = nqr - k(q^2 + r^2)$$

$$\left(\frac{s}{nqr}\right)^2 = \frac{n[k(q^2 + r^2) - nqr]}{k[k(q^2 + r^2) - 2nqr]}$$

1^{er} Cas. — Supposons $n = 2k$, dit J. A. EULER, d'où

$$\left[\frac{s}{nqr}\right]^2 = \frac{(q - r)^2}{q^2 - 4qr + r^2}$$

et l'on voit apparaître ici la faute, car il faut lire

$$\left[\frac{s}{nqr} \right]^2 = \frac{2(q-r)^2}{q^2 - 4qr + r^2}$$

On doit donc poser

$$q^2 - 4qr + r^2 = 2F^2 = (q - 2r)^2 - 3r^2$$

ce qui est *impossible*, puisqu'un carré ne peut éгалer une forme $2F^2 + 3r^2$.

Il faut donc écrire $n = kl$, et je ne puis étudier ici que le cas de $l = 1$. On trouve alors

$$\frac{q^2 - qr + r^2}{(q - r)^2} = H^2,$$

et il suffit d'égalер le numérateur à un carré u^2 , ce qui se fait très facilement à l'aide des valeurs suivantes :

$$q = \alpha^2 - \beta^2 \quad r = 2\alpha\beta - \beta^2, \quad u = \alpha^2 - \alpha\beta + \beta^2.$$

Le problème est donc résolu par les formules suivantes.

$$\begin{aligned} x &= -(\alpha^2 - 2\beta\alpha)^2 (\alpha^2 - \beta^2)^2 \\ y &= -(\alpha^2 - 2\alpha\beta)^2 (2\alpha\beta - \beta^2)^2 \\ z &= (\alpha^2 - \alpha\beta + \beta^2)^4 \\ s &= (\alpha^2 - 2\alpha\beta) (\beta^2 - 2\alpha^2) (\beta^2 - \alpha^2) (\alpha^2 - \alpha\beta + \beta^2) \end{aligned}$$

Applications. — Avec $\alpha = 3$, $\beta = 1$ ou 2 , on trouve

$$\begin{array}{llll} x = -576, & y = -225, & z = 2.401, & s = 840 \\ & \text{avec } \alpha = 4, & \beta = 1, \text{ ou } 3 & \\ x = -3.136, & y = -14.400, & z = 28.561, & s = 13 \times 840 \\ & \text{avec } \alpha = 5, & \beta = 1 & \\ x = -129.600, & y = -17.689, & z = 194.481, & s = 81 \times 840 \end{array}$$

J'en conclus, en passant, que nous connaissons trois solutions différentes en nombres entiers de

$$(c) \quad xyz(x + y + z) = X^4, \quad \text{avec } X = 884.520$$

ce sont :

$$\begin{array}{llll} x_1 = -606.528, & y_1 = -236.925, & z_1 = 2.528.253 \\ x_2 = -254.016, & y_2 = -1.176.400, & z_2 = 2.313.441 \\ x_3 = -129.600, & y_3 = -17.689, & z_3 = 194.481 \quad \text{etc...} \end{array}$$

Je note qu'en partant de

$$x = -a^2, \quad y = -b^2, \quad z = c^2, \quad \text{on doit avoir :} \\ a^2 b^2 c^2 (c^2 - a^2 - b^2) = X^4$$

Or $c^2 - a^2 - b^2 = d^2$ est résolu par

$$c = m^2 - mn + n^2, \quad a = m(m - n) \\ b = n(m - n), \quad d = mn$$

Il reste $abcd = X^2$: or

$$abcd = m^2 n^2 (m - n)^2 (m^2 - mn + n^2)$$

La suite est évidente.

Le problème admet naturellement d'autres solutions, et je puis citer

$$\begin{array}{llll} x = 1, & y = 2, & z = 24, & X = 6 \\ x = 1.568, & y = 196, & z = 1.152, & X = 1.008 \quad \text{etc...} \end{array}$$

J. A. EULER cite d'autres formules que celles reconnues fausses ; mais ces nouvelles identités du 16^e degré sont naturellement inabornables, les nôtres sont du 8^e.

On rencontre des problèmes analogues dans la décomposition des nombres en bicarrés. On sait par exemple que l'on a :

$$(a + b + c)^4 + a^4 + b^4 + c^4 \\ = (a + b)^4 + (a + c)^4 + (b + c)^4 + 12abc(a + b + c)$$

et il s'agit de résoudre

$$12abc(a + b + c) = X^4 \quad \text{ou} \quad s^4 \quad (\text{E})$$

Il existe des solutions simples, par exemple :

$$a = 1, \quad b = 2, \quad c = 6 ; \quad a = -2, \quad b = -6, \quad c = 9, \quad X = 6.$$

mais je n'insiste pas sur ce problème spécial, pour ne pas déborder un concours ouvert (S.C.E., août 1911, p. 127).

D'après L. EULER, on ne pourrait avoir

$$12abc(a + b + c) - a^4 - b^4 - c^4 = y^4$$

le nombre $12abc(a + b + c)$ étant bicarré.

Sinon, la décomposition d'un bicarré en une somme de 4 bicarrés serait chose possible, c'est ce qui est encore à démontrer.

J'indiquerai seulement, au sujet de l'équation (E) une erreur de CHRISTIE dans ses Notes on Diophantine Analysis, the resolution of squares and the resolution of cubes (Educ. Times, vol. 49), où le 2^e membre est seulement égal à un carré.

Il est cependant facile de trouver des solutions de (E)

$$\begin{array}{llll} a = 1, & b = 2, & c = 6, & X = 6 \\ a = 3, & b = 4, & c = 9, & X = 12, \text{ etc.} \end{array}$$

J'en conclus de même que

$$12abc(a + b + c) = 12^4$$

ou encore

$$abc(a + b + c) = 12^3$$

admet au moins les deux systèmes de solutions

$$\begin{array}{lll} a_1 = 2, & b_1 = 4, & c_1 = 12 \\ a_2 = 3, & b_2 = 4, & c_2 = 9 \quad \text{etc.} \end{array}$$

On peut encore indiquer pour (E) la solution

$$a = 144, \quad b = 3, \quad c = 49, \quad s = 84$$

ce qui montre bien que l'on trouvera des solutions générales du problème suivant :

$$\begin{array}{lll} a = 3f^2, & b = g^2, & c = h^2 \\ 3f^2 \pm (g^2 + h^2) = k^2 & 6fghk = X^2 \end{array}$$

ou encore

$$\begin{array}{lll} a = 2f^2, & b = 6g^2, & c = h^2 \\ 2f^2 \pm (6g^2 + h^2) = k^2, & 12fghk = X^2 \end{array}$$

La première solution nous donne

$$3^4 + 4^4 + 9^4 + 16^4 = 7^4 + 13^4 + 2 \cdot 12^4 = 72 \cdot 434$$

J'indiquerai encore les formules suivantes pour le cas où l'on accepte des bicarrés égaux

$$(2f^9g)^4 + (f^{10} - 2f^6g^4 - 2f^2g^8)^4 + 2(f^8g^2 - 2f^4g^6 - 2g^{10})^4 \\ = (4fy^9)^4 + (f^{10} + 2f^6g^4 - 2f^2g^8)^4 + 2(f^8g^2 + 2f^4g^6 - 2g^{10})^4$$

J'ai aussi trouvé :

$$(p^4 - 4q^4)^4 + (p^2q^2)^4 + (2p^3q)^4 + (4pq^3)^4 \\ = (p^4)^4 + (4q^4)^4 + (3p^2q^2)^4 + (2p^2q^2)^4$$

Application. — Si l'on pose $p = 3$, $q = 1$, on trouve

$$77^4 + 9^4 + 54^4 + 12^4 = 4^4 + 18^4 + 27^4 + 81^4 = 43\,686\,394.$$

On peut d'ailleurs poser, pour (E)

$$X^2 = (a + b + c)p,$$

d'où

$$c = \frac{(a+b)p^2}{12ab - p^2}, \quad a + b + c = \frac{12ab(a+b)}{12ab - p^2} \\ s^2 = \frac{12ab(a+b)p}{12ab - p^2}$$

Essai. — Supposons $a = 3f^2$, $b = g^2$, $p = 6fg - p$, d'où $p = 3fg$.
Il suffit que

$$fg(3f^2 + g^2) = y^2$$

dont voici des solutions :

$$f = 1, \quad g = 1; \quad f = 4, \quad g = 1; \quad f = 1, \quad g = 3; \quad \dots$$

On sait aussi que si l'on pose $f = l^2$, $g = m^2$, on aura

$$m^4 + 3l^4 = u^2$$

équation que l'on sait résoudre en général (Ed. Lucas, Recherches sur l'Analyse indéterminée et l'Arithm. de Diophante, Moulins, 1873, p. 50).

On peut enfin étudier

$$mxyz(x + y + z) = X^4$$

Cette étude fera l'objet de mémoires ultérieurs.

THERMODYNAMIQUE DES GAZ. — ENTROPIE ET RENDEMENT

Par M. le D^r JOSEPH DESCHAMPS

Nous nous proposons de compléter et d'adapter à la thermodynamique des gaz les principes exposés dans nos précédents mémoires *Sur les Intensités calorifiques* et *Sur la Calorimétrie et la Thermodynamique des gaz* ⁽¹⁾.

I. — RAPPEL DE NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

1° *Définition de l'état d'un système thermodynamique.* — Un système thermodynamique est un corps ou un ensemble de corps susceptibles de subir des modifications, parmi lesquelles figurent des variations d'intensité calorifique et auxquelles se rattachent des travaux extérieurs exécutés ou subis.

L'état de ce système dépend d'un certain nombre d'éléments qui lui appartiennent en propre et sont en général susceptibles de représentations numériques. Lorsque ces éléments conservent une valeur fixe, au moins pendant un certain temps, l'état du système reste fixe lui aussi pendant le même intervalle de temps; l'ensemble des valeurs constantes ainsi présentées par les éléments caractéristiques du système *définit* l'état correspondant de celui-ci. Lorsque, au contraire, les valeurs de ces éléments caractéristiques varient avec le temps, l'état du système varie également. On dit alors que le système subit une modification. Il n'en est pas moins vrai que, à un instant quelconque, les éléments du système ont des valeurs particulières dont l'ensemble définit l'état du système à cet instant.

La première chose à faire en toute circonstance consiste à dénombrer exactement tous les éléments en nombre nécessaire et suffisant dont les valeurs, constantes ou variables, doivent servir à définir l'état de celui-ci. C'est ainsi qu'un système gazeux homogène et immobile est complètement défini, au point de vue purement phy-

⁽¹⁾ *Bulletin de la Société philomathique de Paris* : année 1910, n^{os} 4, 5 et 6; année 1911, n^o 2-3.

sique, par la densité du gaz, par sa masse, son volume et sa température, c'est-à-dire en tout par quatre variables. Mais, si la nature du gaz et sa masse ne changent pas, deux variables, savoir son volume et sa température, suffisent pour déterminer le système formé par cette masse invariable.

2° *Diverses sortes de modifications d'un système.* — Considérons un système susceptible de varier à partir d'un état initial défini, comme nous venons de le dire, par les valeurs de ces éléments caractéristiques. Le plus ordinairement, les variations de ces éléments se feront par degrés insensibles, c'est-à-dire d'une manière continue. On dit alors que la modification du système est *continue*. Si, au contraire, un ou plusieurs de ces éléments passent brusquement d'une valeur à une autre, sans passer par l'ensemble des valeurs intermédiaires, on dit que la modification du système est *discontinue*. Lorsqu'une discontinuité se produit, celle-ci n'est pas en général durable; elle a lieu à un instant donné pour cesser à l'instant infiniment voisin et céder la place à la continuité qui est la règle ordinaire des variations susceptibles d'analyse. Quant aux discontinuités, elles ne peuvent vraiment être appréciées que lorsqu'elles sont instantanées, les discontinuités durables échappant à tout contrôle et constituant un véritable chaos. Dans tous les cas, la discontinuité doit être considérée comme une exception, et, tant qu'il n'en est pas fait explicitement mention, les modifications dont nous parlerons seront des modifications continues.

Supposons donc qu'un système varie en partant d'un état que nous regarderons comme son état initial pour aboutir à un autre état que nous dirons être son état final. Deux cas peuvent alors se présenter : ou bien l'état final est exactement le même que l'état initial, ou il en est différent. Dans le premier cas, les valeurs des éléments caractéristiques, après avoir varié, reprennent toutes, au même moment, leurs valeurs initiales; on dit alors que le système a subi une *modification cyclique*, ou encore qu'il *a parcouru un cycle*. Dans le second cas, les éléments caractéristiques ne repassent pas tous, au même instant final, par leurs valeurs initiales; on dit alors que le système a subi une *modification acyclique*.

Lorsqu'un système subit une suite de modifications cycliques se succédant d'une manière continue, et lorsque chacune de ces modifications a une durée constante, on dit que le système subit une *modification périodique*, la durée de chaque modification cyclique composante étant dite *la période*.

Les machines à vapeur nous offrent les exemples les plus simples

et les mieux connues des modifications cycliques et des modifications périodiques. Le mouvement de va-et-vient du piston constitue une modification cyclique, et la succession des mouvements de va-et-vient, lorsque ceux-ci ont tous la même durée, forme une modification périodique.

3° *Relations entre les actions extérieures à un système et les éléments caractéristiques de celui-ci.* — Un système thermodynamique n'est pas, en général, isolé; il ne peut en être ainsi que lorsque l'on considère l'univers pris dans son ensemble. Dans tout autre cas, il est, comme un système matériel quelconque, en relation constante avec le milieu extérieur à lui-même. Or la nature et l'état de ce milieu extérieur sont eux aussi définis à chaque instant par les valeurs numériques de certains éléments caractéristiques susceptibles, comme ceux du système considéré, de permanence et de variations parmi lesquels figurent encore des intensités calorifiques et des travaux effectués ou subis. En d'autres termes, le milieu extérieur à un système thermodynamique constitue un autre système thermodynamique qu'on dit être en relation avec le premier.

Les relations entre ces deux systèmes sont établies et exprimées par ce double fait : 1° que la permanence de tous les éléments du milieu extérieur à un système entraîne la permanence des éléments du système; 2° que la variation des éléments du milieu extérieur entraîne la variation correspondante partielle ou totale des éléments du système considéré. On peut dire qu'un système thermodynamique présente, comme un système purement mécanique, une véritable inertie, c'est-à-dire qu'il ne porte pas en lui-même la raison de la variation de ses éléments caractéristiques. Il ne peut varier que s'il est soumis à *des actions extérieures* contre lesquelles il réagit précisément par les variations correspondantes de ses éléments, lesquelles constituent *des actions intérieures*. Cette relation de dépendance entre les variations des éléments des deux systèmes s'exprime en disant qu'il y a à chaque instant *équilibre entre les actions extérieures et les actions intérieures*.

Il ne faut cependant pas confondre cet équilibre incessant qui existe entre les actions intérieures et les actions extérieures, lors de la variation des éléments internes ou externes, et ce qu'on appelle *l'état d'équilibre* du système, état caractérisé par la permanence de ces éléments. Nous avons dit en effet que, dans ce cas, les éléments externes ont des valeurs correspondantes, permanentes elles aussi pendant le même temps. Cette relation de dépendance entre les éléments des deux systèmes se traduit par des équations en nombre

suffisant permettant de calculer tous les éléments du système extérieur en fonction de ceux du système considéré. Ces équations sont dites les équations d'équilibre de ce dernier.

Pour fixer les idées, supposons le système thermodynamique considéré défini, indépendamment de l'intensité calorifique I , par deux variables α et β ; supposons également le milieu extérieur défini par deux variables A et B autres que son intensité calorifique I . En admettant que, pour la réalisation de l'état d'équilibre, l'intensité calorifique doive être la même pour les deux systèmes, ainsi que le vérifie constamment l'expérience, nous devons avoir, pour calculer A et B , deux relations de la forme :

$$\begin{aligned} (1) \quad & F_1(A, B, \alpha, \beta, I) = 0 \\ (2) \quad & F_2(A, B, \alpha, \beta, I) = 0 \end{aligned}$$

lesquelles sont les équations d'équilibre du système.

C'est à la détermination de ces équations, que doivent aboutir toutes les considérations relatives à l'équilibre proprement dit d'un système, et lorsqu'elles sont établies, la question n'a plus d'autre intérêt que celui d'un problème dont les cas particuliers restent seuls à être examinés.

Tout autre est l'intérêt qui s'attache à l'étude des variations ou modifications d'un système. Or, dans l'étude des systèmes thermodynamiques, on a été amené à considérer, indépendamment de celles précédemment énumérées, deux catégories de modifications : les modifications dites *réversibles* et les modifications *non réversibles*.

4° *Modifications réversibles et modifications non réversibles.* — Pour définir les modifications réversibles, revenons à l'exemple précédemment considéré, dont les circonstances d'équilibre sont déterminées par les équations (1) et (2). Supposons que, après avoir choisi arbitrairement les valeurs des éléments A et B et de l'intensité calorifique I , les valeurs des éléments α et β , au lieu d'être égales à celles qui satisfont aux équations (1) et (2) d'équilibre, en diffèrent mais seulement de quantités infiniment petites $d\alpha$ et $d\beta$. Dans ces conditions, l'équilibre n'aura pas lieu, et pour le rétablir, il faudra faire subir aux quantités A , B et I les variations dA , dB , dI déterminées par la différentiation des équations (1) et (2), c'est-à-dire par les équations :

$$\begin{aligned} (3) \quad & \left\{ \frac{\partial F_1}{\partial A} dA + \frac{\partial F_1}{\partial B} dB + \frac{\partial F_1}{\partial I} dI + \frac{\partial F_1}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial F_1}{\partial \beta} d\beta = 0, \right. \\ (4) \quad & \left\{ \frac{\partial F_2}{\partial A} dA + \frac{\partial F_2}{\partial B} dB + \frac{\partial F_2}{\partial I} dI + \frac{\partial F_2}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial F_2}{\partial \beta} d\beta = 0. \right. \end{aligned}$$

La modification élémentaire ainsi obtenue est, par définition, une modification réversible. Elle fait passer, comme on le voit, le système considéré d'un premier état d'équilibre défini par l'ensemble A, B, I, α, β , à un second état d'équilibre défini par l'ensemble nouveau $A + dA, B + dB; I + dI, \alpha + d\alpha, \beta + d\beta$. Cette modification est dite réversible parce qu'il est manifestement possible de revenir du second état au premier, en faisant subir aux nouvelles valeurs prises par les éléments; les variations $-dA, -dB, -dI, -d\alpha, -d\beta$, égales en valeurs absolues, mais avec signes contraires, aux variations qui avaient produit le passage du premier état au second. D'une manière abrégée, la première modification peut être parcourue exactement en sens inverse dans une seconde modification, qui rétablit l'état primitif.

Une première modification réversible infiniment petite peut être suivie d'une infinité de modifications de même nature, dont l'ensemble produit alors une modification finie qui est également réversible.

On voit, d'après ces explications, qu'une modification réversible finie est une suite continue d'états d'équilibre; et cela justifie la définition qu'on en donne ordinairement.

Supposons maintenant que les relations de ce même système thermodynamique, avec le milieu qui lui est extérieur, soient définies à un instant donné par un ensemble de valeurs A, B, I, α, β ne satisfaisant pas aux équations d'équilibre, mais de telle façon que les valeurs actuelles des éléments α et β diffèrent de *quantités finies* de celles qui seraient fournies pour les mêmes éléments par les équations (1) et (2) dans lesquelles on donnerait à A, B et I leurs valeurs actuelles. Dans ce cas, le système n'est pas en équilibre, et par suite les éléments A, B, I, α, β subissent spontanément, pendant l'intervalle infiniment petit suivant dt , des variations $dA, dB, dI, d\alpha, d\beta$, produisant un nouvel état, *qui n'est pas un état d'équilibre*, parce que les nouvelles valeurs des éléments, infiniment voisines des premières, ne satisfont pas aux équations (1) et (2) et que, par conséquent, les différentielles de ces éléments ne satisfont pas aux équations (3) et (4). La modification ainsi produite sera, par le fait du défaut d'équilibre, suivie d'une nouvelle modification qui produira, par le fait de la continuité, un troisième état différent du premier. Il n'est donc pas possible, étant donné le système de valeurs des éléments qui correspondent au second état, de revenir de cet état au premier; en d'autres termes, la modification considérée *n'est pas réversible*. Nous pourrions l'appeler *une modification irréversible*.

Il est à remarquer que les modifications irréversibles, telles que nous venons de les définir, se produisant spontanément et nécessairement dans le sens exigé par les valeurs actuelles des éléments caractéristiques du système et du milieu extérieur, correspondent à la réalité des faits et sont par conséquent des modifications réelles, tandis que les modifications réversibles, tout en étant possibles et par suite réalisables, ne sont cependant pas, en raison des circonstances dans lesquelles elles doivent par définition se reproduire, des modifications réalisées. Ces dernières sont donc, à proprement parler, des modifications théoriques desquelles les modifications réelles peuvent se rapprocher autant qu'on veut par modifications convenables des valeurs caractéristiques du système et du milieu extérieur. D'une manière abrégée, les modifications réversibles sont les limites de modifications irréversibles.

C'est en raison de ce caractère que l'on a introduit en thermodynamique la considération des modifications réversibles dont les propriétés sont plus faciles à établir et se rapprochent plus ou moins, suivant les circonstances, de celles des modifications réelles qu'on se propose de connaître.

Pour éclairer ce qui vient d'être dit, nous prendrons comme exemple le système formé par une masse gazeuse, système qui fait l'objet de la présente étude. Considérons donc une masse gazeuse de nature et de grandeur invariables.

Supposons-la d'abord en équilibre de température et de pression avec le milieu extérieur, la pression de celui-ci étant maintenue constante. Imaginons alors qu'on élève infiniment peu la température en faisant passer l'intensité calorifique de la valeur I à la valeur $I + dI$. Si le gaz peut se dilater librement, son volume passera de v à $v + dv$, sa tension restant constante, et il s'établira alors un nouvel état d'équilibre. La masse gazeuse a subi une modification infiniment petite, et cette modification est réversible, car il suffit de diminuer de dI la nouvelle intensité calorifique pour ramener le volume de la masse à sa valeur primitive v .

Supposons en second lieu que la masse gazeuse considérée ne soit pas en équilibre de pression avec le milieu extérieur. Soit p la pression de celui-ci, le gaz occupant un volume v à une tension P supérieure à p et à une intensité calorifique I constante et la même pour le gaz et pour le milieu extérieur. L'état que nous considérons ne pouvant subsister sera suivi, au bout du temps dt , d'un état nouveau caractérisé pour le gaz par le volume $v + dv$ et la tension $P - dP$. La masse gazeuse a donc subi une modification élémentaire, laquelle

n'est pas une modification réversible : il est, en effet, impossible de revenir du second état au premier, tant du moins que la pression extérieure conservera la même valeur p ; ce second état qui n'est pas un état d'équilibre sera suivi d'un troisième état caractérisé par le volume $v + dv + dv'$ et la tension $P - dP - dP'$, et ainsi de suite. Il se produit ainsi une modification finie continue qui ne peut se produire que dans le sens où elle se produit, et qui n'est par conséquent pas réversible.

5° *Principes fondamentaux de la thermodynamique.* — Ces explications étant données, il ne nous reste plus qu'à rappeler les principes desquels se déduisent toutes les considérations thermodynamiques. Ces principes sont au nombre de deux : le principe de l'équivalence de la chaleur et du travail, et le principe de l'énergie.

Principe de l'équivalence. — Il s'énonce de la manière suivante :

Quand un système thermodynamique subit une modification cyclique au cours de laquelle il n'y a entre le milieu extérieur et lui que des échanges de chaleur et de travail, le rapport entre le travail et la chaleur mis en jeu est constant.

En désignant par W ce travail et par Q cette quantité de chaleur, cet énoncé se traduit par la formule

$$(5) \quad \frac{W}{Q} = \mathcal{C},$$

dans laquelle $\mathcal{C}$ désigne une constante qui s'appelle l'équivalent mécanique de l'unité de chaleur.

Nous rappellerons que le travail et la chaleur sont des grandeurs susceptibles d'être comptées l'une et l'autre en deux sens opposés et par conséquent d'être suivant les cas positives ou négatives. Nous regarderons, comme on le fait le plus souvent, le travail mis en jeu comme positif lorsqu'il est produit par le système et comme négatif lorsqu'il est reçu par lui. Dans le premier cas, ce travail va à l'encontre des forces extérieures qui effectuent alors un travail négatif ; dans le second cas au contraire, le travail subi par le système provient des forces extérieures qui effectuent un travail positif. On voit ainsi que le travail mis en jeu par le système est toujours égal et de signe contraire au travail des forces extérieures. Dans les mêmes conditions, la chaleur mise en jeu est positive, lorsqu'elle est reçue par le système, et négative, lorsqu'elle est cédée par lui.

De ces conventions et de la formule (5), il résulte que le travail et la chaleur mis en jeu dans une transformation cyclique sont toujours

de même signe. Donc, si le système a reçu de la chaleur, il a fourni du travail ; si, au contraire, le système a subi du travail, il a dégagé de la chaleur.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce principe de l'équivalence que nous regarderons comme étant d'origine expérimentale et se trouvant justifié par la constance toujours obtenue du rapport $\frac{W}{Q}$.

Nous continuerons à prendre, comme dans notre Mémoire rappelé, l'*i-calor* pour unité de chaleur, en sorte que le nombre $\mathcal{E}$ de la formule (5) représente l'équivalent mécanique de l'*i-calor*.

Nous remarquerons toutefois que la formule (5) peut s'écrire :

$$(5') \quad \mathcal{E}Q - W = 0,$$

ce qui permet d'énoncer le principe de l'équivalence de la manière suivante :

Dans une modification cyclique caractérisée par des échanges de chaleur et de travail, la différence $\mathcal{E}Q - W$ est toujours nulle.

Principe de l'énergie. — Ce principe s'énonce de la manière suivante :

Lorsqu'un système thermodynamique subit une modification acyclique au cours de laquelle il n'y a entre lui et le milieu extérieur que des échanges de chaleur et de travail :

1° *La différence $\mathcal{E}Q - W$ n'est pas nulle ;*

2° *La grandeur de cette différence ne dépend que de l'état initial et de l'état final du système et nullement des états intermédiaires.*

La première partie de cet énoncé doit être regardée comme résultant des faits expérimentaux dont elle est l'expression. Quant à la seconde partie, elle peut être démontrée en faisant appel au principe de l'équivalence, et nous conduit à la notion de l'*énergie interne* du système. En effet, la différence non nulle $\mathcal{E}Q - W$ qui caractérise une modification acyclique définie par les états extrêmes du système est, par définition, la *variation d'énergie* de ce système entre ces deux états, c'est-à-dire la différence entre les valeurs que prend pour ces états extrêmes une fonction des seules variables qui caractérisent l'état du système. Cette fonction est dite l'*énergie interne* du système considéré. Comme ses variations figurent seules dans l'énoncé précédent, on voit que cette fonction ne doit être regardée comme définie qu'à une constante près.

(1) *Bulletin de la Société philomatique*, année 1911, n°s 23.

Désignons donc par U cette fonction des variables caractéristiques du système, sa forme la plus générale sera $U + C$. Soient alors U_1 et U_2 les valeurs particulières qu'elle prend pour les deux états 1 et 2 entre lesquels se produit la modification acyclique considérée ; le principe de l'énergie se traduit par la formule :

$$(6) \quad \mathcal{C}Q - W = U_2 - U_1,$$

ou abrégativement

$$(6') \quad \mathcal{C}Q - W = \Delta U.$$

Il importe de remarquer que, lorsque l'état 2 se confond avec l'état 1 et que, par conséquent, la modification acyclique se transforme en une modification cyclique, on a $\Delta U = 0$. La formule (6') devient

$$\mathcal{C}Q - W = 0,$$

c'est-à-dire la formule (5'), traduction du principe de l'équivalence. Ce dernier principe est donc compris comme cas particulier dans le principe de l'énergie. Les deux principes fondamentaux de la thermodynamique peuvent donc en réalité se réduire à un seul ; il est bon toutefois de conserver la distinction entre eux, non seulement en raison de la clarté et de la commodité, non seulement encore en raison de l'ordre historique d'invention, mais surtout en raison de ce fait que le principe de l'équivalence doit être invoqué pour la démonstration de la seconde partie du principe de l'énergie.

L'égalité (6'), expression du principe de l'énergie, peut s'écrire :

$$(7) \quad \mathcal{C}Q = \Delta U + W.$$

On voit ainsi que la chaleur mise en jeu dans une modification acyclique se dédouble en deux parties : l'une, productrice du travail, l'autre, modificatrice d'énergie. Des deux effets ainsi produits, le premier est apparent et seul vraiment sensible et correspond à cette idée maintenant universellement admise de la transformation de la chaleur en travail équivalent et inversement. Le second effet, au contraire, frappe moins les yeux ; il est souvent à peine sensible et correspond à une action silencieuse, capable néanmoins de se transformer, elle aussi, soit en travail, soit en chaleur. Il est donc une des formes de cette qualité générale, susceptible de modalités nombreuses et qu'on a désigné sous le nom général d'*énergie*, et c'est pourquoi on lui donne le nom d'énergie interne.

Lorsque la modification acyclique est infiniment petite, la formule (7) devient :

$$(8) \quad \mathcal{E}dQ = dU + dW,$$

ou

$$dQ = \frac{dU}{\mathcal{E}} + \frac{dW}{\mathcal{E}}.$$

ou encore

$$dQ = dq_1 + dq_2,$$

en posant :

$$\frac{dU}{\mathcal{E}} = dq_1,$$

$$\frac{dW}{\mathcal{E}} = dq_2.$$

Nous avons, dans notre précédent mémoire, calculé les chaleurs dq_1 et dq_2 lorsque le système thermodynamique est une masse définie par son volume v et son intensité calorifique I , et nous avons trouvé :

$$(9) \quad dq_1 = v dI + I dv = d(Iv)$$

$$(10) \quad dq_2 = \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{E}} \cdot \frac{dv}{v}.$$

Nous en avons conclu pour la différentielle de l'énergie

$$(11) \quad dU = \mathcal{E}d(Iv),$$

et par suite pour l'énergie elle-même :

$$(12) \quad U = \mathcal{E}Iv.$$

II. — REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES MODIFICATIONS D'UNE MASSE GAZEUSE.

L'état d'un système thermodynamique gazeux dont nous supposons la nature et la masse constantes dépend de deux variables indépendantes qui peuvent être choisies parmi les trois éléments suivants : la tension, le volume et l'intensité calorifique, le troisième étant fonction des deux autres d'après la relation de dépendance

$$(13) \quad pv = RI^{\gamma-1}$$

établie dans notre mémoire sur les intensités calorifiques⁽¹⁾. En regardant p, v et I comme des coordonnées rectilignes, chaque système de valeurs de ces trois quantités correspond à un point de l'espace susceptible de se déplacer sur une surface représentée par l'équation (13).

Or, bien que cette surface représente tous les états possibles de la masse gazeuse, une modification déterminée de celle-ci sera représentée par une courbe tracée sur la surface, courbe fermée dans le cas d'une modification cyclique, courbe non fermée dans le cas d'une modification acyclique. Pour obtenir cette courbe, il suffit de joindre à l'équation (13) une seconde relation contre les trois variables p, v, I ou simplement entre deux d'entre elles. Lorsque la nouvelle équation ne contient que deux des trois variables, elle est représentée sur l'un des plans coordonnés par une courbe et, dans l'espace, par un cylindre ayant cette courbe pour directrice et dont les génératrices sont parallèles au troisième axe de coordonnées. L'intersection de ce cylindre avec la surface déterminée par l'équation (13) forme la courbe correspondant à la modification considérée. Il suit de là que cette courbe se projette sur un des plans coordonnés suivant la courbe plane représentée par l'équation choisie entre deux variables p, v et I , et par conséquent cette dernière courbe peut être regardée comme définissant complètement la modification dont on s'occupe.

On choisit ordinairement, conformément à la méthode proposée par CLAPEYRON, les variables v et p pour établir entre elles la relation servant à définir une modification. Ce choix a l'avantage de fournir, sans autre construction que celle de la courbe elle-même, la représentation du travail effectué pendant la modification. Nous préférons leur substituer les variables v et I , qui sont les variables naturelles, celles que DUHEM appelle *les variables normales*, en sorte que nous définirons une modification par une relation de la forme

$$(14) \quad \varphi(v, I) = 0.$$

Cette relation est représentée par une courbe que nous construirons dans le plan des vI considéré comme plan horizontal, l'axe des v étant l'axe des abscisses.

Il est d'ailleurs possible de déduire de là la relation correspondante entre p et v ; il suffit pour cela d'éliminer I entre les équations (13) et (14). L'équation ainsi obtenue est représentée par une seconde courbe située dans le plan des vp placé verticalement. Il n'y a plus

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, année 1910, n° 4-5-6.

alors qu'à rabattre ce plan autour de l'axe des v sur le plan horizontal d'après les procédés de la géométrie descriptive, pour avoir sur une figure plane la représentation aussi complète que possible de la modification considérée.

Nous ajouterons comme remarque importante que le choix des variables v et I pour représenter les états de la masse gazeuse nous fournit immédiatement la représentation de son énergie interne. Nous avons vu en effet que pour un état déterminé, c'est-à-dire pour un système de valeurs de v et I , cette énergie a pour expression :

$$(15) \quad U = \mathcal{C}Iv.$$

Elle est donc représentée, au facteur constant près $\mathcal{C}$, par l'aire du rectangle construit sur les coordonnées v et I du point M représentatif du couple des valeurs choisies v et I .

Nous réunissons donc ainsi sur une véritable épure tous les éléments thermodynamiques qui se rattachent à une modification, quelle qu'elle soit, de la masse gazeuse envisagée.

III. — PRINCIPALES MODIFICATIONS D'UNE MASSE GAZEUSE.

Nous avons déjà signalé au cours de nos études sur les gaz les modifications les plus fréquemment employées. Nous allons, en les rappelant brièvement, donner sur chacune d'elles les indications complémentaires nécessitées par le présent travail.

1° *Modifications à volume constant.* — Ces modifications définies analytiquement par l'égalité

$$v = C^{\text{te}},$$

sont représentées géométriquement : sur le plan horizontal des vI par une droite parallèle à l'axe des I ; dans l'espace par un plan parallèle au plan des $I\rho$. La section déterminée par ce plan dans la surface générale :

$$(13) \quad pv = RI^{\gamma-1}$$

est une section de profil dont l'équation est de la forme :

$$(16) \quad p = KI^{\gamma-1},$$

K représentant une constante dont la valeur est inversement proportionnelle à celle du volume constant considéré. Nous avons déjà fait remarquer dans notre étude thermométrique ⁽¹⁾ qu'une équation de cette forme représente une courbe ressemblant beaucoup à une parabole ou mieux à une demi-parabole du second degré.

2° *Modifications sous pression constante.* — L'équation de définition est ici :

$$p = C^{te},$$

et se trouve représentée géométriquement par un plan horizontal déterminant dans la surface générale (13) une section de niveau dont l'équation est de la forme

$$(17) \quad v = KI^{-1}$$

analogue à l'équation (16). Les sections de niveau de la surface (13) sont donc de même forme que ses sections de profil, ce qui tient à la symétrie de l'équation (13) par rapport aux variables p et v , symétrie qui entraîne celle de la surface par rapport au plan bissecteur du dièdre des plans coordonnés vOI , pOI .

Ces deux modifications simples, sous pression constante et sous volume constant, peuvent être désignées sous le nom de *modifications thermométriques*, parce que ce sont elles dont on fait usage pour la mesure des températures à l'aide des intensités calorifiques. Elles rentrent toutefois dans le cadre général des modifications thermodynamiques où elles figurent au même titre que les suivantes, mais avec moins de fréquence.

3° *Modifications isothermiques.* — Ces modifications, d'une très grande importance au point de vue thermodynamique, sont définies analytiquement par la relation

$$I = C^{te},$$

et représentées géométriquement : sur le plan des vI , par une droite parallèle à l'axe des v , dans l'espace, par un plan parallèle au plan des pv .

Ce plan détermine dans la surface générale (13) une section de front dont l'équation est

$$(18) \quad pv = H,$$

(1) *Bulletin de la Société philomatique*, année 1910, n°s 4, 5, 6, page 166.

H désignant une constante dont la valeur est

$$(19) \quad H = RI\gamma^{-1}.$$

Cette section de front est donc une hypertole équilatère dont le paramètre croît avec la valeur constante attribuée à l'intensité calorifique.

Il est à remarquer que la construction sur une épure d'un certain nombre de ces sections de front permet de se rendre compte de la forme de la surface générale (13) et en fournit une représentation descriptive aussi claire que possible.

— Toute modification, autre qu'une modification isothermique, peut être désignée sous le nom de modification *hétérothermique*, ainsi que nous l'avons déjà fait dans notre précédent mémoire. A cette catégorie de modifications hétérothermiques appartiennent les modifications à volume constant et sous pression constante déjà mentionnées. Mais nous avons à signaler encore dans ce groupe très général deux modifications hétérothermiques particulières extrêmement importantes au point de vue thermodynamique.

4° Modifications adiabatiques. — On désigne sous ce nom, depuis CLAUSIUS, les modifications au cours desquelles il ne se produit aucun échange de chaleur entre le système considéré et le milieu extérieur. Dans le cas qui nous occupe où le système est une masse gazeuse, nous devons chercher, comme pour les modifications précédentes, la relation analytique servant de définition à cette nouvelle modification.

Or, dans notre précédente étude sur les modifications adiabatiques nous avons d'abord établi une distinction entre les dilatations et les compressions, la raison de cette distinction étant qu'une dilatation peut se faire soit en l'absence de tout travail extérieur, soit avec production de travail inférieur au travail maximum, soit enfin avec production du travail maximum, tandis que, dans une compression adiabatique, le gaz subit toujours le travail maximum. Il en résulte que les dilatations adiabatiques avec travail nul ou inférieur au maximum ne sont pas des modifications réversibles et n'ont par conséquent aucun équivalent dans les compressions adiabatiques. Par conséquent les dilatations adiabatiques réversibles sont celles qui sont accompagnées de la production du travail maximum.

Nous pouvons donc définir les *modifications adiabatiques réversibles* en disant qu'elles sont caractérisées non seulement par l'absence de tout échange de chaleur entre le système et le milieu exté-

rieur, mais encore par le travail maximum produit ou subi qui les accompagne toujours. Cette dernière circonstance est d'ailleurs la caractéristique de toute modification réversible. Désormais donc, lorsque nous parlerons d'une modification adiabatique, dilatation ou compression, il reste entendu qu'il s'agira d'une modification réversible.

Pour établir la relation analytique servant de définition à une modification adiabatique, nous rappellerons que, au cours d'une telle modification, le travail s'accomplit aux dépens de l'énergie interne de la masse gazeuse, la quantité de chaleur nécessaire à sa production étant empruntée au gaz lui-même, d'où il suit que la variation d'intensité calorifique résulte à la fois de la variation de volume et du travail produit. D'après le calcul déjà fait ⁽¹⁾, cette variation d'intensité est liée à la variation de volume par la relation :

$$(20) \quad dI = - \left(\frac{I}{v} + \frac{RI^{\gamma-1}}{\mathcal{C}v^2} \right) dv.$$

Telle est l'équation différentielle des modifications adiabatiques et par suite des lignes qui les représentent sur le plan horizontal des vI .

Pour l'intégrer, nous remarquerons qu'elle peut s'écrire :

$$\mathcal{C}(vdI + Idv) + \frac{RI^{\gamma-1}}{v} dv = 0,$$

c'est-à-dire

$$(21) \quad \mathcal{C}d(Iv) + \frac{RI^{\gamma-1}}{v} dv = 0.$$

Or, en désignant par U l'énergie interne de la masse gazeuse, nous avons vu qu'on a :

$$(22) \quad U = \mathcal{C}Iv.$$

On tire de là :

$$dU = \mathcal{C}d(Iv),$$

et

$$I = \frac{U}{\mathcal{C}v}.$$

En faisant ces substitutions, l'équation (21) devient :

$$dU + \frac{RU^{\gamma-1}}{\mathcal{C}v^{\gamma}} dv = 0,$$

⁽¹⁾ *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, année 1911, n° 2-3, page 38.

d'où par séparation des variables :

$$\frac{dU}{U^{\gamma-1}} + \frac{R}{\mathcal{C}} \frac{dv}{v^{\gamma}} = 0.$$

L'intégration donne alors :

$$(23) \quad \frac{U^{2-\gamma}}{2-\gamma} - \frac{R}{(\gamma-1)\mathcal{C}v^{\gamma-1}} = K,$$

en désignant par K une constante quelconque. Le retour à la variable primitive l nous donne :

$$(24) \quad \frac{l^{2-\gamma}}{2-\gamma} = \frac{R}{(\gamma-1)\mathcal{C}v} + \frac{K}{v^{2-\gamma}},$$

équation qui représente la relation générale réunissant sous forme finie les variables l et v dans une modification adiabatique réversible.

Pour obtenir la relation correspondante entre les variables p et v , il suffit d'éliminer l entre l'équation (24) et l'équation générale :

$$(13) \quad pv = Rl^{\gamma-1}$$

déjà rappelée plus haut.

Sans faire ce calcul d'élimination, on peut se rendre compte qu'il donnera une équation différente de la relation de Laplace

$$(25) \quad pv^{\gamma} = C^{te},$$

qui est ordinairement regardée comme l'équation liant les variables p et v dans les modifications adiabatiques gazeuses, relation que nous avons nous-mêmes invoquée pour établir nos formules thermométriques. Cette divergence, qui revêt une apparence contradictoire, doit être justifiée, et les explications que nous allons donner vont nous conduire à la définition d'une nouvelle nature de modification simple.

5° *Modifications isodynamiques.* — Nous venons de mettre à part les dilatations adiabatiques non accompagnées de travail en tant que n'étant pas réversibles. Dans ces dilatations, comme d'ailleurs dans toutes les dilatations non accompagnées de travail, cette absence de travail peut provenir soit de ce que la dilatation se fait dans un espace vide, soit de ce que le travail qui devrait être effectué par le

gaz est effectué par une force étrangère au système. En laissant de côté la dilatation dans le vide qui est un fait exceptionnel et ne se produit jamais dans le cas d'un système thermodynamique, on voit que, pour obtenir une dilatation, adiabatique ou non, sans travail concomitant, il faut faire intervenir le concours anormal d'une force étrangère aux deux systèmes en présence.

Or il est facile d'éviter cette anomalie en remarquant que, dans un système thermodynamique, la chaleur est essentiellement la cause productrice de travail. Il suffit donc, dans la modification considérée où la dilatation du gaz se produit sans échange de chaleur, de faire intervenir la quantité de chaleur strictement nécessaire à la production du travail concomitant, pour que la masse gazeuse se trouve à la fin de la modification dans les mêmes conditions calorifiques que si le travail avait été effectué par une force étrangère. La modification n'est donc plus à proprement parler adiabatique; mais la chaleur fournie a servi uniquement à produire le travail sans avoir aucune action dans le phénomène de la dilatation.

Cette manière d'opérer présente en outre l'avantage de transformer la dilatation ainsi effectuée en une modification réversible. On peut en effet supposer que la masse gazeuse dilatée subisse le travail nécessaire à sa compression et que la chaleur produite par ce travail soit seule cédée au milieu extérieur.

Quoi qu'il en soit, dans les modifications de cette nature, dilatation ou compression, la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse reste constante, et, d'après les explications déjà données, l'énergie interne du gaz reste également constante. Il est donc naturel et légitime de les désigner sous le nom de *modifications isodynamiques*.

Dès lors, la relation analytique entre les variables l et v servant à les définir est

$$(26) \quad lv = C^{\text{te}},$$

équation générale représentant sur le plan horizontal un système d'hyperboles équilatères.

Quant à la relation correspondante entre p et v , elle s'obtient, comme toujours, par l'élimination de l entre cette dernière équation et l'équation générale :

$$(13) \quad pv = R\Gamma^{-1},$$

ce qui donne alors la relation de Laplace :

$$(23) \quad pv^{\gamma} = C^{te}.$$

Cette relation définit donc, non pas les modifications adiabatiques proprement dites, ainsi qu'on le dit ordinairement, mais les modifications isodynamiques que nous venons de définir.

Ce résultat est d'ailleurs une conséquence de la définition précise que nous avons donnée de la chaleur spécifique d'un gaz sous pression constante.

— D'après tout cela, il y a lieu de distinguer, en ce qui concerne une masse gazeuse, d'une part les modifications adiabatiques représentées par l'équation :

$$(24) \quad \frac{I^{2-\gamma}}{2-\gamma} = \frac{R}{(\gamma-1)Cv} + \frac{K}{v^{2-\gamma}},$$

et les modifications isodynamiques représentées par l'équation :

$$(26) \quad Iv = C^{te}.$$

Cette dernière représente des hyperboles équilatères, ayant les axes pour asymptotes. Quant à l'équation (26), elle représente les courbes ayant également les axes pour asymptotes.

Par chaque point du plan horizontal, il passe à la fois une ligne isodyname et une ligne adiabatique, mais il est facile de voir que la ligne adiabatique descend plus rapidement que la ligne isodyname du côté de l'axe des v et que, par conséquent, ces deux lignes se croisent au point considéré, la ligne adiabatique restant au-dessous de la ligne isodyname quand on marche dans le sens où les valeurs de v vont en croissant.

Il suit de là que toutes les courbes adiabatiques coupent toutes les lignes isodynamos, sans que toutefois les lignes d'un même réseau se rencontrent entre elles. Il est clair enfin que toutes les lignes soit isodynamos, soit adiabatiques, traversent toutes les isothermes qui sont des parallèles à l'axe des v .

IV. — PROPRIÉTÉS DES MODIFICATIONS CYCLIQUES RÉVERSIBLES DES GAZ.

Les propriétés thermodynamiques d'un système gazeux subissant une modification réversible dépendent des deux principes fondamentaux énoncés plus haut, et d'un élément analytique nouveau que nous allons définir.

Entropies d'une masse gazeuse. — Nous avons vu que la quantité de chaleur dQ qu'il faut fournir à une masse gazeuse pour lui faire subir une modification réversible infiniment petite, se compose de deux parties : l'une dq_1 destinée à échauffer le gaz et à produire la dilatation ; l'autre dq_2 ayant pour effet de produire la travail maximum. On a donc l'égalité :

$$(27) \quad dQ = dq_1 + dq_2,$$

les valeurs de dq_1 et de dq_2 ayant, comme nous l'avons vu, pour valeurs respectives :

$$(28) \quad dq_1 = v dI + I dv.$$

$$(29) \quad dq_2 = \frac{RI\gamma^{-1}}{\mathcal{C}} \frac{dv}{v}.$$

— Considérons d'abord la chaleur dq_1 , dont l'effet est uniquement de modifier l'énergie interne. Elle se compose à son tour de deux parties : la première $I dv$ produisant la dilatation dv en une modification isothermique infiniment petite, la seconde $v dI$ destinée à échauffer le gaz en une modification infiniment petite effectuée sous volume constant, la succession ou la coexistence de ces deux modifications constituant la modification infiniment petite considérée. Or, dans ces deux quantités $I dv$ et $v dI$, remplaçons v et dv par leurs valeurs tirées de la relation générale

$$pv = RI\gamma^{-1}.$$

En remarquant que dans l'hypothèse de γ constant, on a

$$dv = RI\gamma^{-1} d \frac{1}{p},$$

il nous viendra :

$$Idv = RI^{\gamma} d\frac{1}{p}$$

et

$$v dI = RI^{\gamma-1} d\frac{I}{p}.$$

Il en résulte :

$$dq_1 = RI^{\gamma-1} \left(Id\frac{1}{p} + \frac{dI}{p} \right)$$

c'est-à-dire :

$$dq_1 = RI^{\gamma-1} d\frac{I}{p}.$$

On tire de là :

$$(30) \quad \frac{dq_1}{I^{\gamma-1}} = R d\frac{I}{p}.$$

Nous voyons ainsi que la quantité $\frac{dq_1}{I^{\gamma-1}}$ est la différentielle exacte de la fonction

$$R \frac{I}{p} + C.$$

Cette fonction est dite l'*entropie interne* de la masse gazeuse, et la différentielle $\frac{dq_1}{I^{\gamma-1}}$ est la variation infiniment petite d'entropie interne pour la modification considérée.

D'après cela, l'entropie interne n'est définie qu'à une constante près. Or, comme nous ne proposons de considérer que les variations subies par l'entropie au cours d'une modification, il n'y a aucun inconvénient à attribuer une valeur nulle à la constante C, ce qui revient à admettre que, lorsque l'intensité est nulle, l'entropie interne est nulle. Donc, en la désignant par s_1 , on a :

$$(31) \quad s_1 = R \frac{I}{p},$$

d'où

$$(32) \quad ps_1 = RI.$$

On voit ainsi que : *sous pression constante, l'entropie interne d'une masse gazeuse est proportionnelle à son intensité calorifique.*

Cela étant, l'intégration entre deux états 1 et 2 de la formule (30) donne :

$$\int_1^2 \frac{dq_1}{\Gamma^{r-1}} = R \int_1^2 d\left(\frac{I}{p}\right),$$

ou

$$(33) \quad \Delta s_1 = R \left\{ \left(\frac{I}{p}\right)_2 - \left(\frac{I}{p}\right)_1 \right\}.$$

Cette formule conduit aux énoncés suivants :

THÉORÈME I. — *La variation d'entropie interne correspondant à une modification acyclique quelconque (réversible ou non) ne dépend que des états extrêmes et nullement des états intermédiaires.*

THÉORÈME II. — *La variation d'entropie interne correspondant à une modification cyclique (réversible ou non) est nulle.*

Les modifications dont il s'agit dans ces deux théorèmes peuvent être absolument quelconques, car la définition de l'entropie interne et de ses variations ne suppose pas qu'il s'agisse exclusivement de modifications réversibles. Il n'en sera pas de même dans ce qui va suivre.

— Considérons maintenant la chaleur dq_2 destinée à produire le travail maximum et correspondant par conséquent à une modification réversible infiniment petite. Elle est liée, comme nous l'avons vu, aux variables I et v par la relation

$$(29) \quad dq_2 = \frac{R\Gamma^{r-1}}{\mathcal{E}} \frac{dv}{v}.$$

On tire de là

$$\frac{dq_2}{\Gamma^{r-1}} = \frac{R}{\mathcal{E}} \frac{dv}{v}$$

ou

$$(34) \quad \frac{dq_2}{\Gamma^{r-1}} = \frac{R}{\mathcal{E}} d \log v.$$

Nous voyons par là que la quantité $\frac{dq_2}{\Gamma^{r-1}}$ est, elle aussi, une différentielle exacte, la fonction dont elle est la différentielle ayant pour expression générale

$$\log v + C.$$

Cette fonction est dite *l'entropie externe* de la masse gazeuse, et la différentielle $\frac{dq_2}{I^{\gamma-1}}$ est la variation infiniment petite de cette entropie externe pour la modification réversible considérée.

Posons donc

$$s_2 = \frac{R}{C} \log v + C,$$

en nous réservant de déterminer la constante par telle condition que nous voudrons, il vient en intégrant la formule (34) entre deux états 1 et 2 liés par une modification réversible :

$$\int_1^2 \frac{dq_2}{I^{\gamma-1}} = \frac{R}{C} \int_1^2 d \log v,$$

c'est-à-dire

$$(35) \quad \Delta s_2 = \frac{R}{C} \log \frac{v_2}{v_1},$$

d'où les énoncés suivants :

THÉORÈME III. — *La variation d'entropie externe correspondant à une modification acyclique réversible ne dépend que des états extrêmes et nullement des états intermédiaires.*

THÉORÈME IV. — *La variation d'entropie externe correspondant à une modification cyclique réversible est nulle.*

— Considérons enfin la chaleur totale dQ . De l'égalité

$$dQ = dq_1 + dq_2$$

on déduit

$$\frac{dQ}{I^{\gamma-1}} = \frac{dq_1}{I^{\gamma-1}} + \frac{qd_2}{I^{\gamma-1}}.$$

Les quantités $\frac{dQ_1}{I^{\gamma-1}}$ et $\frac{dq_2}{I^{\gamma-1}}$ étant, comme nous venons de le voir, des différentielles exactes, la quantité $\frac{dQ}{I^{\gamma-1}}$ est elle aussi une différentielle exacte, et l'on a :

$$(36) \quad \frac{dQ}{I^{\gamma-1}} = R d \frac{I}{p} + \frac{R}{C} d \log v.$$

Elle est donc la différentielle de la fonction

$$R \frac{I}{p} + \frac{R}{\mathcal{C}} \log v + c.$$

Cette fonction est dite *l'entropie totale* de la masse gazeuse et la différentielle $\frac{dQ}{I^{r-1}}$ est la variation infiniment petite de cette entropie totale pour la modification réversible considérée.

Posons donc

$$(37) \quad S = R \frac{I}{p} + \frac{K}{\mathcal{C}} \log v + C,$$

il vient en intégrant la formule (36) entre deux états 1 et 2 liés par une modification réversible :

$$\int_1^2 \frac{dQ}{I^{r-1}} = R \int_1^2 d \frac{I}{p} + \frac{R}{\mathcal{C}} \int_1^2 d \log v,$$

c'est-à-dire

$$(38) \quad \Delta S = \Delta s_1 + \Delta s_2,$$

d'où les énoncés suivants :

THÉORÈME V. — *La variation d'entropie totale d'une masse gazeuse correspondant à une modification acyclique réversible ne dépend que des états extrêmes et nullement des états intermédiaires.*

THÉORÈME VI. — **PRINCIPE DE CARNOT-CLAUSIUS.** — *La variation d'entropie totale correspondant à une modification cyclique réversible est nulle.*

Les théorèmes généraux qui viennent d'être démontrés fournissent, lorsqu'ils sont appliqués à certains cas particuliers, des résultats qu'il est utile et intéressant de mentionner.

Considérons d'abord une modification isodynamique. La variation d'énergie interne étant nulle au cours de cette modification, la chaleur élémentaire dq_1 , mise en jeu, est constamment nulle; il en est donc de même de l'intégrale $\int \frac{dq_1}{I^{r-1}}$ c'est-à-dire de la variation d'entropie interne.

Donc, pendant le cours d'une modification isodynamique acyclique, l'entropie interne conserve la même valeur.

Considérons ensuite une modification adiabatique, pendant laquelle la chaleur élémentaire totale dQ est nulle. Nous sommes conduits de la même manière à l'énoncé suivant :

Pendant une modification adiabatique acyclique, la variation d'entropie totale est nulle. Par suite, à cause de l'égalité (38) :

Pendant une modification adiabatique acyclique, la variation d'entropie interne est égale et de signe contraire à la variation d'entropie externe.

Considérons enfin une modification isothermique s'effectuant à une intensité calorifique constante. Le facteur constant $\Gamma^{\gamma-1}$ peut alors du signe $\int$, et l'on peut en particulier écrire

$$\Delta S = \frac{1}{\Gamma^{\gamma-1}} \int dQ.$$

Par suite en désignant par Q , la quantité totale de chaleur mise en jeu pendant la transformation, on a pour la variation d'entropie totale :

$$(39) \quad \Delta S = \frac{Q}{\Gamma^{\gamma-1}}.$$

On aurait des expressions analogues pour les variations d'entropie interne et externe.

Rendement d'un cycle. — Appliquons à une modification cyclique réversible les résultats qui viennent d'être obtenus :

Exprimons d'abord que la variation d'entropie externe est nulle ; nous avons ainsi :

$$\int \frac{dq_2}{\Gamma^{\gamma-1}} = 0.$$

Cette égalité prouve que les éléments de l'intégrale ne sont pas tous de même signe, et comme le dénominateur $\Gamma^{\gamma-1}$ est toujours positif, les quantités de chaleur productrices de travail sont les unes positives, les autres négatives ; par suite, les travaux effectués dans le cours du cycle sont eux-mêmes positifs et négatifs. La somme algébrique de tous ces travaux, c'est-à-dire la différence entre la somme des travaux positifs et la somme des travaux négatifs représente le travail W mis en jeu pendant la modification.

En exprimant de même que la variation d'entropie totale est nulle, l'égalité

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

nous montre que les éléments de chaleur totale dQ ne sont pas tous de même signe, et par conséquent la chaleur totale mise en jeu dans la modification est encore la somme algébrique des chaleurs positives et des chaleurs négatives échangées entre la masse gazeuse et le milieu extérieur.

Cela étant, on appelle *rendement du cycle* le quotient du travail total mis en jeu par la somme des chaleurs positives, c'est-à-dire par la quantité de chaleur reçue par le gaz au cours de la modification.

Si donc on désigne par Q cette chaleur reçue, le rendement ρ a pour expression :

$$(40) \quad \rho = \frac{W}{Q}.$$

Or, en désignant par Q' la chaleur cédée, on a d'après le principe de l'équivalence

$$W = \mathcal{E}(Q - \text{val. abs. } Q').$$

Il en résulte

$$(41) \quad \rho = \mathcal{E} \left(1 - \frac{\text{val. abs. } Q'}{Q} \right).$$

On voit ainsi que le rendement dépend uniquement de la valeur du rapport $\frac{Q'}{Q}$ des chaleurs cédées et reçues par le gaz dans la modification. Ce rapport dépend lui-même des conditions qui déterminent le cycle.

V. — CYCLE DE CARNOT.

On désigne sous ce nom une modification cyclique réversible formée par la succession des quatre modifications acycliques suivantes :

1° Une modification isothermique effectuée à l'intensité I et faisant passer le volume gazeux de la valeur initiale v_1 à une nouvelle valeur v_2 ;

2° Une modification adiabatique effectuée entre les volumes v_2 et v_3 et aboutissant à une nouvelle intensité I' ;

3° Une deuxième modification isothermique effectuée à l'intensité I' et transformant le volume v_3 en un nouveau volume v_4 choisi de telle façon que :

4° Une nouvelle modification adiabatique permette, lorsqu'on reviendra à la première intensité I , de retrouver le volume initial v_1 .

Comme on le voit, les grandeurs des deux premières modifications sont arbitraires; celles des deux dernières sont déterminées par la condition de revenir au point de départ à la fin de la quatrième modification.

Nous nous proposons d'évaluer le rendement d'un cycle de Carnot.

Nous remarquerons pour cela que la variation d'entropie totale relative au parcours du cycle est la somme des variations d'entropie totale correspondant à chacune des modifications composantes. Nous aurons donc en désignant par $\Delta_k S$ la variation d'entropie totale correspondant à la modification de rang k :

$$\Delta S = \Delta_1 S + \Delta_2 S + \Delta_3 S + \Delta_4 S.$$

Or, en vertu du théorème VI, on a :

$$\Delta S = 0;$$

d'autre part, en vertu d'une remarque relative aux modifications adiabatiques, on a :

$$\Delta_2 S = \Delta_4 S = 0.$$

L'égalité précédente se réduit donc à :

$$\Delta_1 S + \Delta_3 S = 0;$$

et, en appliquant l'égalité (39) à chacune des modifications isothermiques 1 et 3, cette dernière égalité devient

$$(42) \quad \frac{Q}{I^{\gamma-1}} + \frac{Q'}{I'^{\gamma-1}} = 0.$$

Telle est l'équation caractéristique du cycle de Carnot établissant la relation qui existe entre les chaleurs mises en jeu Q et Q' et les

intensités I et I' des deux modifications isothermiques. On déduit de là :

$$(43) \quad \frac{Q'}{Q} = - \frac{I'^{\gamma-1}}{I^{\gamma-1}}.$$

Par conséquent, en supposant que la chaleur Q soit positive, cette dernière égalité peut s'écrire :

$$\frac{\text{val. abs. } Q'}{Q} = \frac{I'^{\gamma-1}}{I^{\gamma-1}},$$

et alors en transportant dans la valeur (41) du rendement, on a pour le rendement du cycle de Carnot :

$$(44) \quad \rho = \mathcal{C} \left(1 - \frac{I'^{\gamma-1}}{I^{\gamma-1}} \right).$$

Ce rendement ne dépend, comme on le voit, que des intensités I et I' des deux modifications isothermiques et nullement des autres éléments du cycle.

Or, reportons à la relation que nous avons établie entre les intensités calorifiques et les températures proprement dites ⁽¹⁾. Nous avons vu qu'en désignant par T la température absolue, c'est-à-dire le volume occupé sous pression constante par le gaz du thermomètre à l'intensité I, on a :

$$(45) \quad \alpha T = I'^{-1}.$$

En tenant compte de cette relation, les égalités (42), (43) et (44) deviennent :

$$(42') \quad \frac{Q}{T} + \frac{Q'}{T'} = 0$$

$$(43') \quad \frac{Q'}{Q} = - \frac{T'}{T}$$

$$(44') \quad \rho = \mathcal{C} \left(1 - \frac{T'}{T} \right).$$

On retrouve donc les relations classiques générales dont on fait constamment usage.

⁽¹⁾ *Bulletin de la Société philomathique*, année 1910, n^{os} 4, 5, 6, page 166, égalité (32).

Nous remarquerons également que, en utilisant la relation (45), la définition que nous avons donnée de l'entropie totale coïncide, à un facteur près, avec la définition ordinaire de l'entropie.

Tels sont les résultats auxquels nous voulions parvenir. Notre intention n'étant pas d'écrire un traité de thermodynamique générale, nous nous en tiendrons là de nos considérations. Nous avons voulu simplement développer les conséquences de la notion introduite par nous de l'intensité calorifique. Cela nous a permis d'élucider quelques points restés jusqu'à présent imprécis de la thermodynamique des gaz, et, si nous en sommes en désaccord avec la plupart des auteurs relativement à l'énergie interne des gaz que l'on affirme jusqu'à présent se maintenir constante en modification isothermique, alors que nous concluons logiquement à sa variation, nous avons la satisfaction de pouvoir donner, dans le cas particulier des gaz, une démonstration rigoureuse et directe du principe de CARNOT-CLAUSIUS, ou *principe de l'entropie*, exprimé par l'égalité

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

principe dont le théorème de Carnot n'est qu'un cas particulier.

La notion d'intensité calorifique est donc complètement justifiée en elle-même et dans ses conséquences.

**DESCRIPTION D'UN POISSON NOUVEAU DE L'OGÔOÛÉ APPARTENANT
AU GENRE *TILAPIA***

Par M. le Dr Jacques PELLEGRIN.

Parmi les belles collections de Poissons rassemblées dans l'Ogôoué par M. le pasteur Ernest Haug et qui ont fait ici même l'objet de plusieurs mémoires⁽¹⁾ se trouvaient deux exemplaires que j'avais cru pouvoir d'abord rapporter au *Tilapia Heudeloti* A. Dumeril⁽²⁾, dans la famille des Cichlidés, mais qui en réalité méritent de constituer les types d'une espèce nouvelle dont on trouvera ci-dessous la description.

***TILAPIA HAUGI* nov. sp.**

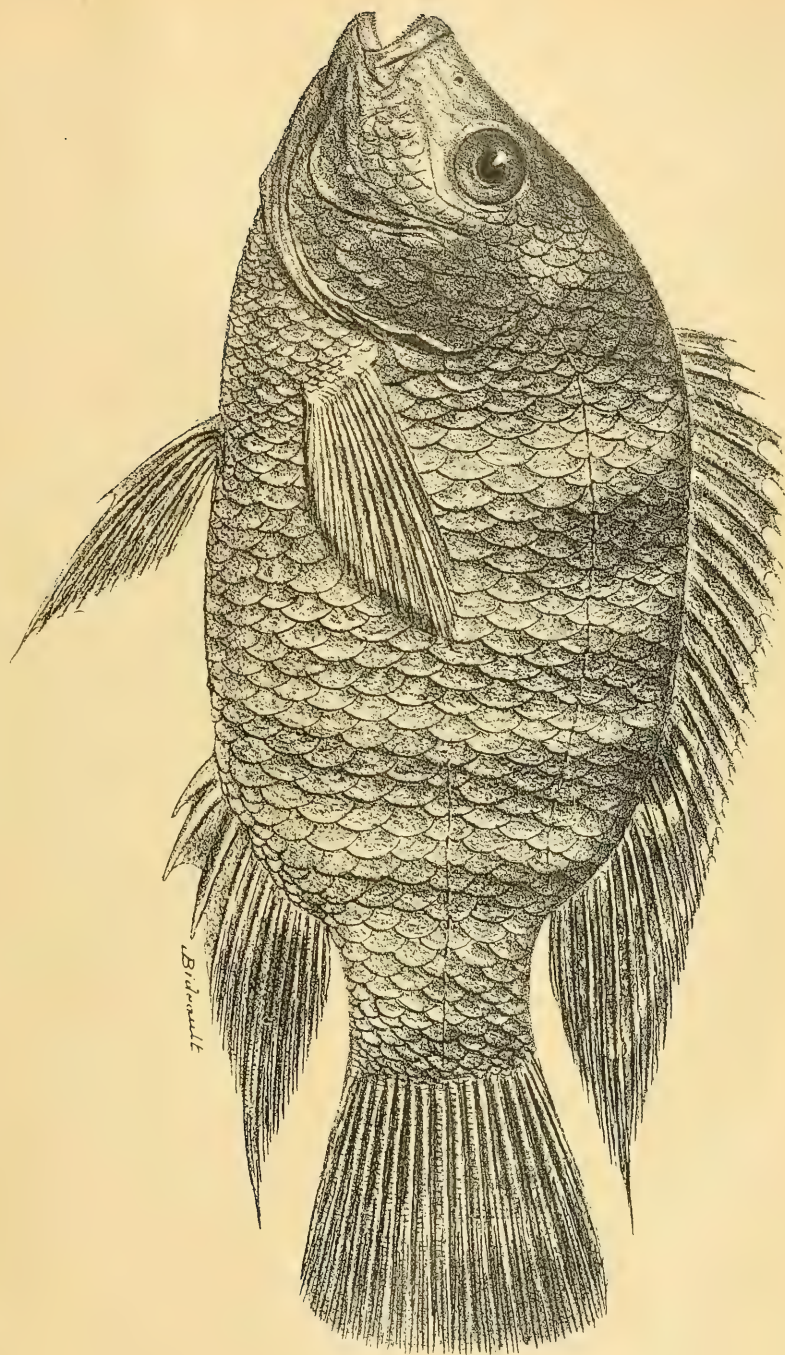
La hauteur du corps est contenue 2 fois à 2 fois $1/3$ dans la longueur sans la caudale, la longueur de la tête 3 fois. Le diamètre de l'œil est compris 4 fois dans la longueur de la tête, 1 fois $1/2$ à 1 fois $3/4$ dans l'espace interorbitaire, 1 fois $2/3$ dans la longueur du museau. La largeur de la bouche est contenue 3 fois dans la longueur de la tête. Le maxillaire s'étend jusqu'au milieu de l'espace compris entre la narine et l'œil. Les dents, sont en 5 ou 6 rangées aux mâchoires, celles de la rangée externe assez grandes, au nombre de 50 à 60 en haut, de 30 en bas. Il y a 3 ou 4 rangées d'écailles sur la joue, de grandes écailles sur l'opercule. On compte 17 branchiospines à la base du premier arc. Les écailles n'ont pas le bord denticulé. Il en existe 30 ou 31 en ligne longitudinale, $\frac{3\frac{1}{2}}{12}$ en ligne transversale. La ligne latérale supérieure perce 22 écailles, l'inférieure 11 ou 12. La dorsale comprend 16 épines légèrement croissantes à partir de la sixième, la dernière mesurant la $1/2$ de la tête ou presque, et 12 rayons mous les médians prolongés en pointe. L'anale contient 3 épines, la troisième plus forte, mais un peu plus courte que la dernière dorsale et 9 ou 10 rayons mous prolongés comme à la dorsale. La pectorale arrondie est égale ou un peu inférieure à la

(1) Dr J. PELLEGRIN. — Sur une collection de Poissons recueillie par M. E. Haug à Ngomo (Ogôoué) (*Bull. Soc. Philom.*, 1907, p. 17). — Sur une seconde collection de Poissons recueillie par M. E. Haug à Ngomo (Ogôoué) (*op. cit.*, 1908, p. 184).

Note complémentaire sur une seconde collection de Poissons recueillie par M. E. Haug à Ngomo (Ogôoué) (*op. cit.*, 1909, p. 45).

(2) *Loc. cit.*, 1908, p. 190.

Tilapia Haugi nov. sp.



longueur de la tête et n'atteint pas l'anale. La ventrale filamenteuse arrive presque à l'anale. La longueur du pédicule caudal fait les $\frac{2}{3}$ de sa hauteur. La caudale est arrondie.

La teinte est jaunâtre; la tête plus foncée. Il existe sur les côtés 6 fasciatures brun sombre, plus larges que les espaces clairs, la quatrième se prolonge en une grosse tache noire à la base des premiers rayons mous de la dorsale. Il y a également une tache foncée operculaire. Les pectorales sont grises, les autres nageoires sombres avec quelques points clairs à la partie postérieure de la dorsale.

D. XVI 12-13; A. XII 9-10; P. 14; V. I 5; Sq. $3\frac{1}{2}/30-31/12$.

N° 08-253. Coll. Mus. — Ngomo (Ogôoué) : Ernest Haug.

Longueur $210 + 60 = 270$ millimètres.

N° 08-256. Même provenance.

Longueur $170 + 50 = 220$ millimètres: a passé par voie d'échange dans la collection du British Museum en 1909 ⁽¹⁾.

Cette espèce est voisine de *Tilapia Heudeloti* A. Duméril, dont le type provient du Sénégal. Elle s'en distingue par sa pectorale plus courte, ses écailles un peu plus nombreuses longitudinalement et transversalement (*T. Heudeloti* Sq. : $2\frac{1}{2}-3/27-28/11-12$), sa caudale arrondie. Elle présente ainsi des rapports avec *Tilapia Mariæ* Boulenger du Delta du Niger, mais dans cette dernière le nombre des branchiospines est inférieur (13 au lieu de 16).

Je me fais un plaisir de dédier cette espèce à M. le pasteur Haug qui l'a adressée en même temps que d'autres formes très curieuses au Muséum d'histoire naturelle de Paris. « Ces Poissons, écrit-il, sont communs en toute saison sur les bancs de sable et dans les marais. Souvent leur teinte est uniformément jaune. Ils portent les noms indigènes d'*ilombá* en dialecte galwa et nkomi et de *mful* en dialecte pahouin ⁽²⁾. »

(1) M. Boulenger a bien voulu me fournir au sujet de cet échantillon quelques renseignements qui ont pris place dans cette diagnose. Je lui adresse mes plus vifs remerciements.

(2) Un nouveau petit envoi de M. Haug reçu en 1910 contient entre autres un second exemplaire du *Petrocephalus microphthalmus* Pellegrin, Mormyridé décrit par moi en 1908, et un Siluridé, l'*Arius latisculatus* Günther (nom local : *etôré* en galwa), ce qui porte à 73 le nombre des espèces de Poissons jusqu'ici recueillies à Ngomo, dans l'Ogôoué, par ce zélé correspondant du Museum.

BIBLIOGRAPHIE

Géologie du Bassin de Paris, par M. Paul LEMOINE, Paris, HERMANN et fils. In-8, II + 408 pages, 136 figures, 9 planches color., relié 15 fr.

En faisant paraître ce livre sur la *Géologie du Bassin de Paris*, M. Paul Lemoine comble une lacune que regrettaient tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la Géologie; en effet aucun travail d'ensemble n'avait été fait sur cette grande région, si typique, sur laquelle tant de notes et mémoires détaillés ont été publiés et qui est étudiée même à l'étranger. Une des difficultés de l'entreprise était précisément la coordination de cette foule de travaux de valeur très inégale. Pour pouvoir utiliser les données parfois contradictoires de ces publications antérieures, il fallait un géologue très au courant des questions de bibliographie et ayant en même temps vu par lui-même un grand nombre des localités controversés. Ce travail de coordination critique avait rebuté jusqu'ici tous les géologues; M. Paul Lemoine, oubliant les difficultés de la mise en œuvre, l'a tenté, pour ne penser qu'aux questions d'ordre général qui devaient se dégager d'une étude d'ensemble comme celle-là. Or ce sont ces questions qui doivent intéresser même les géologues non professionnels; tels sont les passages relatifs à la connaissance des fonds du Bassin de Paris par les sondages, aux plissements, aux mouvements de montée et de descente du Bassin de Paris à travers les âges, à l'utilisation actuelle du sol, soit par l'agriculture, soit par la recherche des eaux souterraines.

Les géologues de métier seront frappés par le souci de l'exactitude qui domine dans tout le livre : aucun fait n'est cité sans renvoyer à l'auteur qui l'a avancé, avec l'indication de l'année et de la page de la citation. Un copieux index bibliographique permet de se reporter au besoin aux travaux originaux. Il faut noter aussi la rédaction très claire, aussi bien dans le texte que dans les schémas qui ont été multipliés pour faciliter la lecture. Des tables et des index, indispensables pour un livre aussi important, accompagnent l'ouvrage.

E. L.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DU TOME III

	Pages.
Bassin de Paris (géologie). — P. Lemoine	278
Biographie de B. Lippmann, bibliographie. — E. Lebon	100
Calorimétrie des gaz. — J. Deschamps	29
Catalogue de la collection Marmottan. — A. Ménégaux	61, 107
Entropie et rendement des gaz. — J. Deschamps	29
Equations indéterminées. — A. Gérardin	249
Extraits des Comptes Rendus des séances	105
Gaz, thermodynamique. — J. Deschamps	29, 246
Industrie plumassière. — A. Ménégaux	9
Lippmann (G.). Biographie. — E. Lebon	100
Marmottan (catalogue de la collection). — A. Ménégaux	61, 107
Oiseaux (protection). — A. Ménégaux	9
Oiseaux de la collection Marmottan. — A. Ménégaux	61, 107
Poisson nouveau du genre <i>Tilapia</i> . — J. Pellegrin	276
Protection des oiseaux. — A. Ménégaux	9
Rendement (et entropie) des gaz. — J. Deschamps	246
Thermodynamique des gaz. — J. Deschamps	29, 246
<i>Tilapia</i> nouveau de l'Ogooué. — J. Pellegrin	274

TABLE DES AUTEURS

	Pages .
Liste des Membres de la Société.....	3
Extrait des Comptes Rendus des séances.....	105
Bibliographie.....	278
J. Deschamps. — Calorimétrie et Thermodynamique des gaz.....	29
— Thermodynamique des gaz, Entropie et rendement.....	246
A. Gérardin. — Sur quelques équations indéterminées.....	218
E. Lebon. — G. Lippmann, biographie, bibliographie des écrits.....	100
A. Ménégaux. — La protection des Oiseaux et l'industrie plumassière..	9
— Catalogue des Oiseaux de la collection Marmottan. 61,	107
J. Pellegrin. — Description d'un Poisson nouveau du genre <i>Tilapia</i>	274

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE IV-V-VI

	Pages
Extraits des comptes rendus des séances.....	405
A. MENEGAUX. — Catalogue des oiseaux de la collection Marmottan du Musée d'histoire naturelle de Paris (<i>suite</i>).....	407
E. SERVANT. — Le problème de Cauchy.....	498
A. GÉRARDIN. — Sur quelques équations indéterminées.....	218
J. DESCHAMPS. — Thermodynamique des gaz. — Entropie et rendement...	248
J. PELLEGRIN. — Description d'un poisson nouveau de l'Ogooué appartenant au genre <i>Tilapia</i>	274
Bibliographie.....	278

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Une feuille.....	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille..	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille.....	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille ...	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	8.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5 »
Plusieurs feuilles.....	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1 ^{re} série : 1789-1805.....	3 volumes in-4°
2 ^e série : 1807-1813.....	3 volumes in-4°
3 ^e série : 1814-1826.....	13 fascicules in-4°
4 ^e série : 1832-1833.....	2 volumes in-4°
5 ^e série : 1836-1863.....	28 fascicules in-4°
6 ^e série : 1864-1876.....	13 fascicules in-8°
7 ^e série : 1877-1888.....	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société..... 5 francs
 — pour le public..... 12 —

Mémoires originaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société Philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André; E. Becquerel, de l'Institut; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut; Bouty, de l'Institut; Bourgeois; Descloizeaux, de l'Institut; Fouret; Gernez; Hardy; Haton de La Goupillière, de l'Institut; Laisant; Laussedat; Léauté, de l'Institut; Mannheim; Moutier; Peligot, de l'Institut; Pellat; — *pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix; Bureau; Bouvier, de l'Institut; Chatin, de l'Institut; Drake del Castillo; Duchartre, de l'Institut; H. Filhol, de l'Institut; Franchet; Grandidier, de l'Institut; Henneguy, de l'Institut; Milne-Edwards, de l'Institut; Mocquard; Poirier; A. de Quatrefages, de l'Institut; G. Roze; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES ET C^{ie}, 6, RUE GAMBETTA.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01526 6554